

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث 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° : 43/DSA/2022



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: HIMEUR Mouna

GHELLAB Roqiya

BEKKAI Lyes

Intitulé

Altération morphologiques et physiologiques chez deux
populations de *Medicago sativa* 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	Examineur

Année Universitaire : 2021 /2022

Remerciement

Nous tenons à remercier en premier , le grand dieu " ALLAH " tout puissant , pour nous avoir donné la force , la volonté, et la patience durant toutes nos années d'études . Nous voudrions exprimer nos sincères remerciements à notre encadreur " Mr. Torchit Nadir " pour leur précieux conseils , leur disponibilité, leur gentillesse et leur patience tout à long de ce travail . Nous avons beaucoup apprécié travailler à vos côtés tant sur le plan scientifique que sur le plan humain. Nous gardons toujours beaucoup de plaisir à discuter avec vous et à bénéficier de vos conseils. Nous remercions spécialement " Mr. Guendouzen Omar " d'avoir accepté de juger ce travail. Nous remercions également " Mr . Hadj Kouider Boubaker" pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant d'examiner ce travail. Un grand merci aux ingénieurs de laboratoire : Melle Amina , Melle Merzaka et le reste des membres pour leurs précieuse aide et leurs compréhensions.

Nous n'oublions pas de présenter nos remerciements à "Mr. Ben Yahia " responsable de la serre expérimentale.

Merci à tous

Sommaire

Remerciement

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE : 1

PARTIE I ***SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE***

CHAPITRE I **LES LEGUMINEUSES FOURRAGERES**

I.1 PRESENTATION GENERALE DES LEGUMINEUSES : 3

I.2 INTERET DES LEGUMINEUSES FOURRAGERES : 4

I.2.1 INTERET AGRONOMIQUE:..... 4

I.2.2 INTERET ECONOMIQUES : 4

I.3 HISTORIQUE ET ORIGINE DE LA LUZERNE 6

I.3.1 SYSTEMATIQUE DE LA LUZERNE..... 6

I.3.2 CYCLE DE DEVELOPPEMENT DE LA LUZERNE:..... 8

I.3.3 EXIGENCES EDAPHO-CLIMATIQUES 8

CHAPITRE II **LA SALINITE DES SOLS**

II.1 DEFINITION DE LA SALINITE:..... 9

II.2 EFFETS DE LA SALINITE SUR LES PLANTES : 9

II.2.1 EFFET OSMOTIQUE 9

II.2.2 EFFET NUTRITIONNEL 10

II.3 EFFET DE LA SALINITE SUR LA PHYSIOLOGIE DE LA PLANTE 10

II.3.1 EFFET SUR LES ECHANGES GAZEUX ET LA PHOTOSYNTHESE..... 10

II.3.2 EFFET DE LA SALINITE SUR LA GERMINATION 10

II.4 GENERALITE SUR LE STRESS SALIN ET LA SALINITE CHEZ LES VEGETAUX
..... 11

II.4.1 DEFINITION DU STRESS: 11

II.4.2 LE STRESS SALIN: 11

II.4.3 TOLERANCE DES PLANTES AU STRESS SALIN 12

PARTIE II
ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I
MATERIELS ET METHODES

I.1 OBJECTIF DE L'ETUDE :	15
I.1.1 LE MATERIEL VEGETAL	15
I.1.2 METHODE ADOPTEE	15
I.1.2.1 Préparation des concentrations salines.....	15
I.1.2.2 Le dispositif expérimental adopté	16
I.1.2.3 Les paramètres mesurés.....	16
I.2 ANALYSE STATISTIQUE.	17

CHAPITRE II
RESULTATS ET DISCUSSIONS

II.1 EFFET DE LA SALINITE SUR LA LONGUEUR DE LA PARTIE AERIENNE.....	18
II.2 EFFET DE LA SALINITE SUR LA LONGUEUR DE LA PARTIE RACINAIRE.	19
II.3 EFFET DE LA SALINITE SUR LE NOMBRE DE FEUILLES	20
II.4 EFFET DE LA SALINITE SUR LE POIDS FRAIS DE LA PARTIE AERIENNE	21
II.5 EFFET DE LA SALINITE SUR LA TENEUR EN PROLINE DES FEUILLES.....	22
II.6 EFFET DE LA SALINITE SUR LA TENEUR EN SUCRES TOTAUX.....	23
CONCLUSION GENERALE :	26
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>	27
<i>ANNEXES</i>	32

Liste des Abréviations

V : Variété

NaCl : Chlorure de Sodium

Cm : Centimètre

mM : milli molaire

mg : milli gramme

ug : micro gramme

T : Traitement

C : Concentration

MF : matière fraîche

CE : Conductivité électrique

ms : milli Siemens

LPA : longueur de la partie aérienne

LPR : longueur de la partie racinaire

NF : Nombre de feuilles

PFA : poids frais de la partie aérienne

Liste des figures

Figure 1: Origine et la défusion de <i>Medicago sativa</i>	6
Figure 2: Morphologie de la luzerne (<i>Medicago sativa</i> L.) (Boudour, 2012).	7
Figure 3: Cycle de développement de la luzerne pérenne (Prolea, 2002).....	8
Figure 4: Effet de la salinité sur les deux variétés de luzerne testées : CUF101 et Server Après trois semaines de stress	17
Figure 5: effet de la salinité sur la longueur de la partie aérienne.....	19
Figure 6: effet de la salinité sur la longueur de la partie racinaire.	20
Figure 7: effet de la salinité sur le nombre de feuilles.	21
Figure 8: effet de la salinité sur le poids frais de la partie aérienne.	22
Figure 9: effet de la salinité sur la teneur en proline des feuilles.	23
Figure 10: Effet de la salinité sur la teneur en sucres totaux des feuilles.....	24

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition des solutions salines et la conductivité correspondante.....	16
Tableau 2: Analyse de la variance de la longueur de la partie aérienne.....	18
Tableau 3:Analyse de la variance de la longueur de la partie racinaire	19
Tableau 4: Analyse de la variance pour le nombre de feuilles.....	20
Tableau 5:Analyse de la variance du poids frais de la partie aérienne.....	21
Tableau 6:Analyse de la variance pour le teneur en proline.	22
Tableau 7:Analyse de la variance pour la teneur en sucres totaux.....	23

Introduction générale :

La salinisation des terres est un problème majeur à l'échelle du globe. Selon la FAO, elle affecte déjà au moins 400 millions d'ha et en menace gravement une surface équivalente. Elle est donc très importante quantitativement puisque, encore une fois, nous n'avons qu'un milliard et demi d'ha cultivés sur la Terre

En Algérie, 3.2 millions d'hectares de terres agricoles sont menacés par la salinité (Belkhodja et Bidai, 2004). Les facteurs qui contribuent à l'extension du phénomène de salinisation des sols sont liés à l'aridité du climat, à la qualité des eaux d'irrigation et aux systèmes de drainage souvent inexistantes ou inopérants

Dans ces milieux difficiles, la capacité de production est liée au potentiel génétique de tolérance des plantes au stress salin. De nombreuses caractéristiques sont utilisées pour le criblage des plantes pour la réponse au stress salin. Parmi ces caractères figurent entre autres le pourcentage de germination, la croissance des racines et celle de la tige et l'accumulation d'osmorégulateurs tels que la proline et les sucres solubles, ainsi que des ions Na^+ et Cl^- au niveau des feuilles et/ou des racines

La légumineuse fourragère est l'une des familles d'espèces candidates à la réhabilitation des zones affectées par la salinité, elles présentent de nombreux intérêts agronomiques et économiques elles permettent d'obtenir une production animale élevée, elles présentent également des effets intéressants pour le sol en améliorant la fertilité et la structure du sol.

Une très grande variabilité génétique de réponses aux stress est rapportée chez la luzerne, à cet effet l'objectif de cette étude étant de rechercher les altérations et les modifications morphologiques et physiologiques induites par la salinité chez deux populations de *Medicago sativa*.L à savoir Seriver et CUF101, afin de tirer certaines adaptations intéressantes liées à la résistance au stress salin

PARTIE I

Synthèse bibliographique

CHAPITRE I

Les légumineuses fourragères

I.1 Présentation générale des légumineuses :

Les légumineuses ou fabacée sont classées parmi les angiospermes, il s'agit de la plus grande des angiospermes en troisième famille nombre d'espèces (après les Orchidacée et les Astéracée) avec 727 genres et près de 20000 espèces allant la luzerne (Cronk et *al.*,2006).

Selon Guignard et Dupont (2005), La famille de légumineuses est divisée en trois sous-familles, deux sont monophylétiques (papilionoideae, mimosoideae) et la troisième para phylétique (caesalpinoideae).

Les légumineuses occupent la deuxième place après les céréales, pour les terres cultivées et la production. En 2004, plus de 300 millions de tonnes de légumineuses à graines ont été produites sur une superficie de 190 millions d'hectares, soit 13% des terres cultivées (Benfriha, 2008)

La culture de ces plantes occupe une place primordiale grâce à leurs intérêts agroéconomiques et environnementaux. En plus grande partie des espèces de cette famille (88%) interagissent avec les bactéries dites Rhizobia (Graham, 1981; Bennanie.,*al*, 2005), cette symbiose fournit l'azote nécessaire pour la croissance et le développement de la plante et contribue à l'amélioration du bilan azoté des sols (Farissi et *al.*, 2014).

Deux groupes de légumineuses peuvent être distinguées : Les légumineuses fourragères (trèfle, luzerne, sainfoin...) consommées soit directement par pâturage des prairies, soit récoltées sous forme de fourrage, voire déshydratées. Les légumineuses cultivées pour leurs graines. Dans cette catégorie, on distingue encore : Les espèces à graines riches en protéines et en huiles, sans amidon, classées comme oléagineux (soja, arachide...etc.) et les espèces à graines riches en protéines, classées comme protéagineux (pois, féverole, fève,) ou légumes secs (haricot, lentille, pois chiche,) (Zhu et *al.*,2005).

Les légumineuses à graines constituent toujours une part importante de l'alimentation du monde, particulièrement dans les pays en développement où elles sont la principale source de protéines pour l'Homme.

I.2 Intérêt des légumineuses fourragères :

Les légumineuses fourragères présentent de nombreux avantages qui rendent leur utilisation justifiée dans l'amélioration des parcours et des productions fourragères. Ces espèces sont particulièrement indiquées en Algérie où le déficit fourrager est important (Abdelguerfi-berrakia, 1985).

Un fourrage est dans le domaine de l'agriculture, une plante ou un mélange de plantes utilisées pour l'alimentation des animaux d'élevage (Klein et *al.*, 2014) élevés principalement pour leur lait ou leur viande .Il s'agit en fait de l'herbe de prairies et des plantes annuelles très variées (Chaabna ,2001).

I.2.1 Intérêt agronomique:

En Algérie, le déficit chronique en lait et viande est dû essentiellement à une mauvaise alimentation du troupeau. Les fourrages cultivés occupent une faible superficie par rapport à l'ensemble des cultures herbacées et l'essentiel de l'alimentation du cheptel repose sur les jachères et les parcours (Zatout et *al.*, 1989).

Afin d'augmenter la production animale sans importer d'aliments pour le bétail, il faudrait améliorer les parcours dégradés, accroître la production de fourrages cultivés, introduire des fourrages au niveau des jachères et des sols ne convenant pas aux céréales (Abdlerguerfi, 1992). Dans ce but, le choix des légumineuses fourragères est fondamental car, elles sont considérées comme une source importante de protéines qui rend leur valeur nutritive supérieure à celle des graminées (Caputa, 1967 ; Benyoucef , 1972); elles présentent une grande productivité et une grande résistance à la sécheresse (Cotte, 1962).

Les légumineuses fourragères jouent un rôle important dans l'amélioration des propriétés physico-chimiques des sols en laissant une quantité importante de matière organique (Cotte, 1962; Saaidia, 1981).Elles renferment aussi une quantité importante d'azote, ceci est particulièrement intéressant dans les systèmes de production fourragère qui cherchent à diminuer l'emploi d'engrais azotés (Boualem et Djaballah, 1990).

I.2.2 Intérêt économiques :

Les légumineuses fourragères constituent une composante essentielle pour la nutrition animale, elles représentent une famille ayant une grande importance économique (Rochester et *al.*, 2001).Elles occupent le second rang après les céréales comme culture alimentaire dans le monde. Les légumineuses sont très riches en protéines de qualité, et en association avec les

céréales, elles forment la base de l'alimentation de milliards de personnes et une source importante de fourrage et de produits naturels (Allen, 1981).

En Algérie Les espèces fourragères cultivées ne dépassent pas la dizaine d'espèces, alors que la flore renferme un immense potentiel d'espèces pouvant faire l'objet de culture ou d'introduction au niveau des jachères et/ou dans la réhabilitation des terres de parcours ou des zones dégradées. Les cultures fourragères prennent de plus en plus d'importance ces dernières années. Cela est dû à la résorption progressive de la jachère (Anonyme, 2015).

Les espèces fourragères cultivées, très nombreuses ont été repérées dans les milieux naturels parce qu'elles étaient bien consommées par les bétails, puis elles ont été sélectionnées génétiquement sur les différents caractères. Elles appartiennent principalement à deux familles botaniques : les graminées (ou Poaceae) et les légumineuses (Fabacées) herbacées et ligneuses. (Klein et al., 2014).

Il s'agit en premier lieu des parties herbacées des plantes (feuilles, tige), mais aussi de racines, de parties de plantes ou plus ou moins séchées. Certaines parties de plantes sont utilisées comme fourrages après transformation comme la pulpe de la betterave à sucre ou les tourteaux des différentes espèces oléifères...

Les légumineuses fourragères sont des espèces ou variétés de plantes appartenant à la famille des Fabaceae (Légumineuse) utilisées dans l'alimentation des animaux d'élevage.

Les légumineuses fourragères sont relativement nombreuses, environ 1500 espèces (sur un total de 19500 espèces rattachées à la famille des légumineuses), mais 60 espèces environ ont été sélectionnées et sont largement cultivées pour la production de fourrages, (Alexandra ,2018). Les taxonomistes ont divisé les légumineuses en trois familles , Parmi ces familles:

Fabaceae représentent la sous-famille la plus diverse avec 429 genres et environ 12000 espèces et qui regroupent les espèces cultivées les plus importantes économiquement. Trois groupes majeurs sont présents au sein de cette sous-famille : les Phaseolides, par exemple : le Soja (*Glycine max*), le Haricot (*Phaseolus vulgaris*), et parmi les Galegoïdes: la Fève (*vicia faba l*), le Pois (*Pisum sativum*), la Luzerne (*Medicago sativa*) et le Pois chiche (*Cicer arietinum*). Enfin, le groupe des Aeschynomeneae: comme l'Arachide (*Arachis hypogaea*) (Young et al., 2003).

I.3 Historique et Origine de la luzerne

La plus vieille référence connue de culture de la luzerne cultivée (*Medicago sativa* L.) date de 1 300 ans avant J.C. en Turquie. Son extension en Europe n'a débuté réellement. Qu'avec l'Empire romain (Genier et *al.*, 1992), même si les phéniciens l'ont introduit dans le Bassin méditerranéen occidental. Elle se répand ensuite et à la fin du XVIII siècle, sa zone de Culture est mondiale (Michaud et *al.*, 1988).

La luzerne est originaire des régions montagneuses d'Iran, d'Arménie et du Caucase. Elle aurait ensuite gagné le bassin méditerranéen, puis l'Europe occidentale (Birouk et *al.*, 1997).

La luzerne provient d'Asie mineure où elle a été identifiée il y a près de 10 000 ans. Elle est considérée dès cette époque comme un fourrage facile à cultiver et à stocker, ce qui explique sa diffusion rapide en commençant par l'Europe méditerranéenne et l'Afrique de l'Est puis du Nord (Midoun et *al.*, 2015). Aujourd'hui, la luzerne couvre près de 32 millions d'hectares dans le monde. Elle trouve son plus grand développement dans les zones tempérées d'Europe, Amérique du Nord, Japon, pointes d'Afrique et d'Amérique, Australie, zones tempérées de la Chine. (Mathieu, 2003).

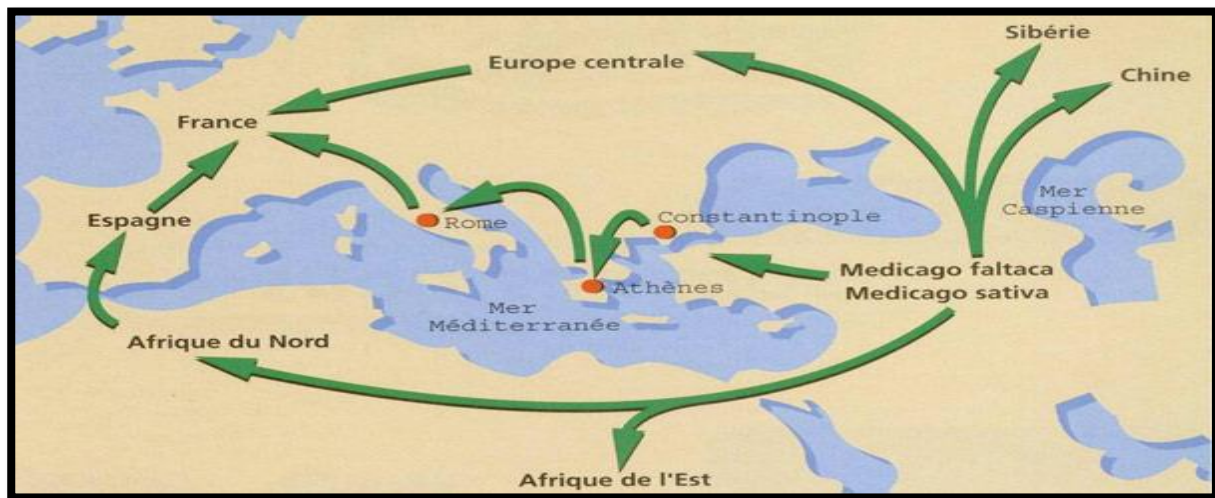


Figure 1: Origine et la diffusion de *Medicago sativa*

I.3.1 Systématique de la luzerne

La luzerne est une légumineuse de la famille des fabacées, caractérisée par sa capacité à fixer l'azote atmosphérique grâce à la symbiose, elle est pluriannuelle, très productive, très résistante à la sécheresse et riche en protéines, en vitamines et en sels minéraux (Abdelguerfi, 1990).

La luzerne appartient au :

- Règne : Plantae (Lignée verte)
- Sous règne : Tracheobionta
- Division : Magnoliophyta
- Embranchement : Spermaphyta
- Clade : Fabidae ou Eurosidae
- Ordre : Fabales
- Famille : Fabaceae (Légumineuses)
- Sous famille : Papilionaceae
- Tribu : Trifolieae
- Genre: Medicago (L)

Espèce: Medicago sativa L



Figure 2: Morphologie de la luzerne (Medicago sativa L) (Boudour, 2012).

- 1: Fleur.
- 3: Fleur ouverte
- 6: Une inflorescence en stade fructification.
- 8: Une graine.

- 2 : Fleur épanouie.
- 4et5 : Un pétale.
- 7 : Une gousse.
- 9 : Coupe longitudinale d'une graine.

I.3.2 Cycle de développement de la luzerne:

Selon Chaabena (2001), la germination intervient si la température est au minimum de 7°C l'optimum étant de 25°C. La croissance des jeunes plantes est rapide entre 20 et 30°C. Cette température optimale diminue ensuite sur les plantes plus âgées et se situe autour de 15° à 25°C. En dessous de 10°C et au-delà de 35°C, la croissance est fortement ralentie (Mauries, 1994). Les étapes de développement de la luzerne sont résumées dans la figure 3 :

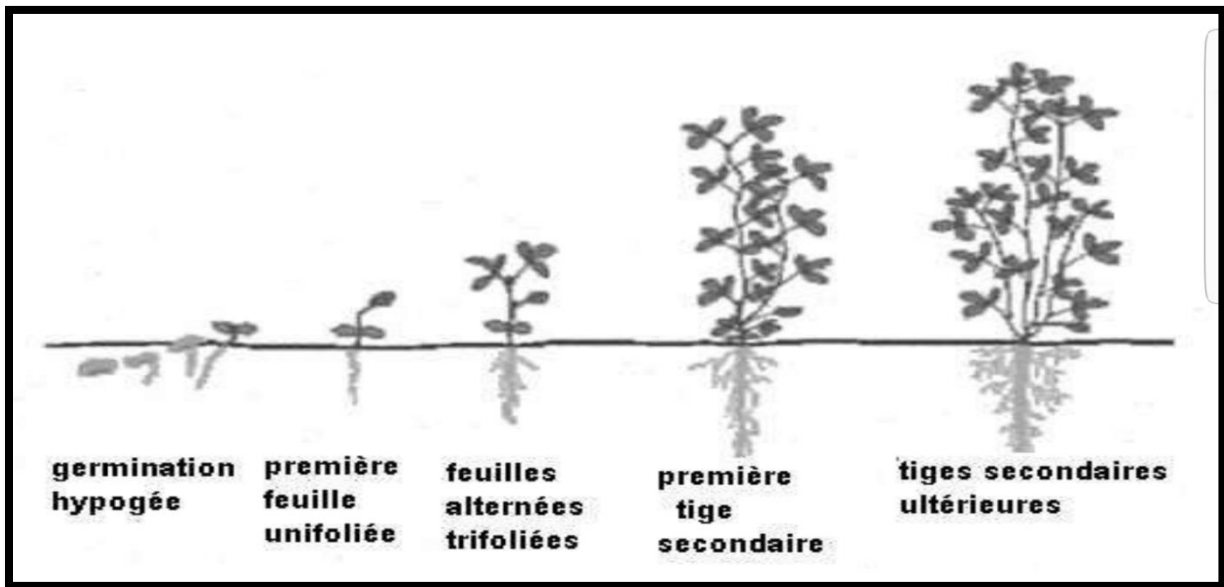


Figure 3: Cycle de développement de la luzerne pérenne (Prolea, 2002).

I.3.3 Exigences édapho-climatiques

Le climat

- Résistante au froid (sensible aux basses températures au début de son développement);
- Tolérante à la sécheresse;
- Pluviométrie entre 400 mm et 600 mm (en conditions pluviales).

Le sol

- Sols fertiles, perméables;
- Sols sains à bonne réserve en eau;
- Sols argilo-calcaires;
- Sols riches en acide phosphorique et en potasse;
- PH de 6.5 à 7.2

Chapitre II

La Salinité des sols

II.1 Définition de la salinité:

La salinité est le processus pédologique suivant lequel le sol s'enrichit anormalement en sels solubles acquérant ainsi un caractère salin (Eilers et al, 1995 ; gregory, 2005). Selon Mermoud , (2006) la salinité est le processus d'accumulation des sels à la surface du sol et dans la zone racinaire qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol. Tout d'abord la salinisation implique une accumulation de sel par des processus naturels du fait d'une forte teneur en sel du matériau parent ou des nappes souterraines. En second lieu, la salinisation est provoquée par des interventions humaines, telles que des pratiques d'irrigation inappropriées, par exemple avec de l'eau d'irrigation riche en sel et/ou par un drainage insuffisant (S.O.C.O, 2009).

On définit en général deux types de salinité : la salinité primaire et la salinité secondaire. La première résulte de la présence initiale de sels dans le sol ou dans la nappe phréatique. La seconde résulte des apports de l'eau d'irrigation (Farissi et *al.* ,2014).

II.2 Effets de la salinité sur les plantes :

La salinité constitue un facteur limitant non négligeable pour l'agriculture mondiale (Hillel, 2000). L'effet de la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par une réduction de la croissance et le développement (Munns et *al.*, 1983). Cet effet néfaste se traduit par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance et la productivité végétale (Ashraf et Harris, 2004).

II.2.1 Effet osmotique

La première conséquence de la salinisation tient à la modification du potentiel osmotique de la solution du sol, lorsque la teneur en sels croît. Selon Song et al (2005), plus la solution du sol est salée, plus la pression osmotique est élevée et plus il est difficile pour les racines d'extraire l'eau de la réserve du sol. Il en résulte ainsi un ralentissement de leur croissance.

L'augmentation de la pression osmotique résultante de l'excès de sel entraîne une élévation d'énergie que la plante fournit au sol, ce qui conduit à une intensification de la respiration et réduction de la croissance des plantes (Sankaky, 1986). La variation de la

concentration osmotique est influencée négativement par le climat chaud contrairement au climat froid (Khudairi, 1981).

II.2.2 Effet nutritionnel

Selon Snoussi et Halitim (1998), certains sels peuvent affecter la balance nutritionnelle chez les plantes s'ils sont présents en concentration excessive ou en proportion anormale. La présence excessive d'ions sodique, chlorique et borique peut provoquer une augmentation du pH du sol, ce qui a un effet indirect sur l'impossibilité d'absorption des ions ferreux, phosphate, zinc et manganèse indispensable pour la croissance des plantes (Maillard, 2001).

Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (Levigneron et *al.*, 1995). D'après Haouala et al (2007) l'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{2+} . Il y aurait une compétition entre Na^+ et Ca^{2+} pour les mêmes sites de fixation apoplasmique. Ainsi ; l'augmentation de la concentration en Na^+ s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg, K, N, P et Ca dans la plante. Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sels lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- deviennent limitant (Haouala et *al.*, 2007).

II.3 Effet de la salinité sur la physiologie de la plante

II.3.1 Effet sur les échanges gazeux et la photosynthèse

D'après Alem et al, (2002) la salinité affecte l'activité physiologique de la feuille, et plus particulièrement la photosynthèse, qui présente la cause principale de la réduction de la productivité végétale. Selon Munns (2008), la réduction de la photosynthèse est liée à la diminution du potentiel hydrique foliaire, qui est à l'origine de la fermeture des stomates (Price et Hendry, 1991 ; Allen, 1995), qui cause la réduction de la conductance stomatique (Orcutt et Nilsen, 2000).

La diffusion du CO_2 à l'intérieur des stomates devient alors limitée et sa fixation au niveau des chloroplastes diminue par conséquent la régénération du RuBP (Ribulose Biphosphate) devient limitée.

II.3.2 Effet de la salinité sur la germination

La germination est régulée par des caractéristiques génotypiques mais aussi par les conditions environnementales et, en particulier, par la disponibilité de l'eau dans le sol (Sharma, 1973, Gutterman, 1993), Selon Maillard (2001) et Abdelly (2006), la plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée dont l'effet nocif est

de nature osmotique ou bien toxique. Selon Karmous (2007), elle agit également sur la germination en ralentissant sa vitesse, ce qui expose plus les semences aux risques.

La réduction du potentiel osmotique de la solution du sol empêche l'imbibition de la graine suite à une diminution des activités enzymatiques et une forte absorption de Na^+ par rapport à K^+ , ce qui conduit à une toxicité embryonnaire et un retard dans les processus métaboliques (Oertli, 1976). La salinité cause une augmentation de l'épaisseur de l'épiderme, l'épaisseur du mésophyle, la longueur des cellules palissadiques et le diamètre des cellules palissadiques dans les feuilles de l'haricot, du coton et de l'atriplex (Longstreth et Nobel, 1979 in Parida et Das, 2005).

II.4 Généralité Sur le Stress Salin et la salinité chez les végétaux

II.4.1 Définition du Stress:

Le terme stress désigne un facteur de l'environnement induisant une contrainte potentiellement néfaste sur un organisme vivant (Levitt, 1980). Le stress est le dysfonctionnement (rupture d'un équilibre fonctionnel) produit dans un organisme ou dans un système vivant, par exemple par une carence. Le stress est donc, un ensemble de conditions qui provoquent des changements des processus physiologiques résultant éventuellement des dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement (Dutuit et al., 1994).

Selon Menacer (2007), le stress est un ensemble de conditions qui provoque des changements de processus physiologique résultant éventuellement en dégâts dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement.

On peut considérer que la notion de stress implique, d'un part, une déviation plus ou moins brusque par rapport aux conditions normales (moyennes) de la plante ou de l'animal et d'autre part une réaction sensible de l'individu dans les différents aspects de sa physiologie laquelle change sensiblement avec, soit adaptation à la nouvelle situation, soit à la limite dégradation menant à une issue fatale (Kherfi et Brahmi, 2011).

II.4.2 Le Stress salin:

Le stress salin est une brusque augmentation de la concentration en sels qui conduit d'un part, un afflux plus élevé d'ions dans la cellule suite à la chute de la concentration du milieu externe, d'autre part, à une perte d'eau par voie osmotique (Ben hebreche et Djafour, 2011).

Selon Zaman Allah et al (2009), Le stress salin est un sérieux problème pour l'agriculture dans les régions arides et semiarides, menaçant la sécurité alimentaire et réduisant les terres cultivables. D'après Midoun et al, (2015), Le stress salin est défini comme une concentration

excessive en sel. Le terme stress salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na^+ et Cl^- .

II.4.3 Tolérance des plantes au stress salin

La caractérisation physiologique de la tolérance des végétaux à la salinité résulte de processus qui permettent au végétal d'absorber l'eau et les sels minéraux à partir de substrats à faibles potentiels hydriques, mais aussi de vivre en acceptant la présence importante du sodium dans ses tissus; les halophytes, qui accumulent le plus de sodium (Elzam et Epstein 1969, Ruse et Epstein, 1981; et in Guerrier, 1984), se distinguent ainsi par une forte capacité d'élaboration de Composés organiques (Mercado, 1973, Briens et Larhe, 1982; in Guerrier, 1984), ces deux facteurs permettant le maintien d'une haute pression osmotique interne qui favorise les échanges d'eau entre les compartiments externe et cellulaire (Guerrier, 1984).

Toutes les plantes ne réagissent pas de même manière face au stress salin, suivant leur production de biomasse en présence de sel, quatre grandes tendances ont été discernées

- Halophytes vraies: dont la production de biomasse est stimulée par la présence de sel. Ces plantes (*Atriplex* sp, *Salicornia* sp., *Sueda* sp.) présentent des adaptations poussées et sont naturellement favorisées par la salinité du sol.
- Halophytes facultatives: présentent une légère augmentation de biomasse à des teneurs faibles en sels: *Plantagomaritima*, *Aster tripolium*.
- Non halophytes résistantes: supportent de faibles concentrations en sels : *Hordeum* sp.
- Glycophytes ou halophobes: sensibles à la présence de sels: *Phaseolus vulgaris*....

La caractérisation physiologique de la tolérance des végétaux à la salinité résulte de processus qui permettent au végétal d'absorber l'eau et les sels minéraux à partir de substrats à faibles potentiels hydriques, mais aussi de vivre en acceptant la présence importante du

Deux grandes stratégies de résistance au sel étaient connues chez les plantes : limiter l'entrée de sodium au niveau des racines ou séquestrer le sodium au niveau des feuilles.

Un nouveau mécanisme de tolérance au sel : la plante protège ses feuilles, donc sa capacité de photosynthèse, en réexportant le sodium des feuilles vers les racines par le flux de sève descendant, de façon à rendre possible une ré-excrétion dans le sol. Les chercheurs ont identifié le gène qui permet ce transport de sodium des feuilles vers les racines chez l'espèce modèle *Arabidopsis thaliana*.

A l'échelle de la plante entière, les ions chlorure et sodium entrent par les racines, sont véhiculés par la sève xylémique jusqu'aux tiges et feuilles. Là, ils sont stockés (plantes inclusives), soit au contraire très peu retenus et mobilisés par la sève phloémique jusqu'aux racines (plantes exclusives) (Denden *et al.*, 2005).

Les plantes développent un nombre important de mécanismes biochimiques et cellulaires pour faire face au stress salin. Les stratégies biochimiques comprennent:

- L'accumulation sélective ou l'exclusion des ions,
- Le control de l'absorption racinaire des ions et leurs transports dans les feuilles,
- La compartimentation des ions au niveau cellulaire et au niveau de toute la plante,
- La synthèse de solutés compatibles,
- Le changement dans le chemin de la photosynthèse,
- L'altération de la structure membranaire,
- L'induction des enzymes anti oxydatives et
- L'induction des hormones végétale.

Partie II

Etude expérimentale

CHAPITRE I

Matériels et méthodes

I.1 Objectif de l'étude :

Notre étude a porté sur la caractérisation de l'altération morphologique et physiologique due au stress salin induite par la présence de sels en concentrations croissantes chez deux variétés de luzerne cultivées de *Medicago sativa* L à savoir : Siriver et CUF101

I.1.1 Le matériel végétal

Dans notre essai nous avons utilisés deux variétés cultivées dans notre région (semi-aride), les caractéristiques de chaque variété est comme suite :

- CUF101 : variétés non dormantes, qui s'adapte très bien aux régions sèches, très résistante aux maladies tels que : fusarium (*Fusarium oxysporum*), puceron vert du pois (*Acyrtosiphon pisum*), aux nématodes (*Meloidogyne incognita*).
- Siriver est une variété d'origine Australienne, connue par son adaptation, son très bon potentiel de production, sa très bonne résistance aux parasites et aux stress. C'est une variété très peu dormante (indice de dormance 8), elle repousse très vite après chaque exploitation. Siriver présente une bonne adaptation à des environnements moyennement secs.

I.1.2 Méthode adoptée

- **Le substrat utilisé** : le substrat utilisé pour la réalisation du semis est un mélange de sable et du sol de la ferme expérimentale à raison de 1/3 sable et 2/3 sol, le sable et le sol sont tamisés avant la réalisation du mélange afin d'obtenir une homogénéité du substrat
- **Conteneurs** : les conteneurs utilisés sont des pots en plastique d'un diamètre de 14 cm et d'une hauteur de 16 cm, le fond des pots sont tapissés par du gravier afin de faciliter le drainage.
- **Le semis** : le semis est réalisé manuellement à raison de 5 graines par pots et pour chaque variété testée, la profondeur de semis ne dépasse pas 1 cm de profondeur, une scarification préalable des graines a été réalisée. Le semis est effectué le 28-02-2022

I.1.2.1 Préparation des concentrations salines

Le stress salin est obtenu par une dissolution de chlorure de sodium dans de l'eau de robinet à différent concentration en NaCl, à raison de 400 ml de solution saline par pots, pour avoir une idée plus précise du niveau de stress appliqué une conductivité électrique est mesurée pour chaque niveau de stress, les niveaux de stress induits sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 1: Composition des solutions salines et la conductivité correspondante

Traitement	Concentration de NaCl en g/l	Concentration de NaCl en mM	Conductivité électrique du solution en ms/cm.
T0	0	0	1.64
T1	3	50	7.043
T2	9	150	20.19
T3	12	200	21.3

I.1.2.2 Le dispositif expérimental adopté

L'essai est réalisé dans la serre expérimentale du département des sciences agronomique de l'université de M'sila

Dans notre étude le dispositif adopté est un dispositif en randomisation total à deux facteurs étudiés à savoir :

- facteur 1 : salinité à 4 niveaux (T0, T1, T2, T3)
- facteur 2 : Population à 2 niveaux (CUF101, SIRIVer)

Le schéma du dispositif adopté est représenté dans le schéma suivant :

T2 POP CF 101 r1	T0 POP CF 101 r2	T0 POP SIRIV r2	T1 POP SIRIV r1	T3 POP CF 101 r2	T3 POP CF 101 r4	T2 POP CF 101 r3	T2 POP CF 101 r2
T2 POP SIRIV r3	T0 POP CF 101 r4	T1 POP CF 101 r3	T2 POP SIRIV r1	T1 POP SIRIV r4	T1 POP CF 101 r2	T2 POP SIRIV r4	T1 POP CF 101 r4
T3 POP SIRIV r4	T2 POP SIRIV r2	T3 POP SIRIV r2	T0 POP SIRIV r4	T1 POP SIRIV r3	T0 POP CF 101 r3	T1 POP SIRIV r2	T0 POP CF 101 r1
T3 POP SIRIV r1	T3 POP CF 101 r3	T2 POP CF 101 r4	T0 POP SIRIV r3	T3 POP SIRIV r3	T3 POP CF 101 r1	T1 POP CF 101 r1	T0 POP SIRIV r1

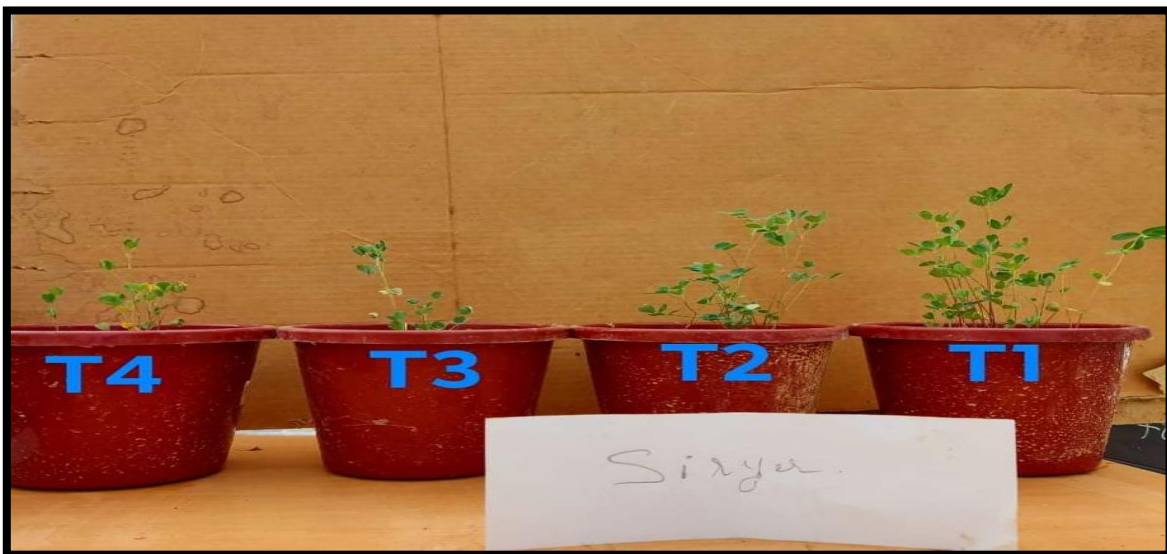
I.1.2.3 Les paramètres mesurés

Après deux mois de stress, des analyses morphologiques et physiologiques ont été réalisées sur les plants stressés. Les paramètres morphologiques concernent : hauteur de la tige principale, longueur de la racine, nombre de feuille par plante et le poids frais total

Pour les paramètres physiologiques il s'agit de la teneur en proline et des sucres totaux des feuilles.

I.2 Analyse statistique.

Les résultats obtenus ont été traités par le logiciel statistique STATBOX version 4.6, analysés par une analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5%. Les moyennes sont comparées par la méthode Newman et Keuls basée sur la plus petite amplitude significative.



**Figure 4: Effet de la salinité sur les deux variétés de luzerne testées : CUF101 et Server
Après trois semaines de stress**

CHAPITRE II

Résultats et discussions

II.1 Effet de la salinité sur la longueur de la partie aérienne

- Résultats

Les résultats caractérisant la longueur de la partie aérienne sont présentés dans le tableau 2 et illustrés par l'histogramme figure 5.

Tableau 2: Analyse de la variance de la longueur de la partie aérienne.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	SIGNF
VAR.TOTALE	40.795	31	1.316			
VAR.FACTEUR 1	8.148	3	2.716	0,02544		*
VAR.FACTEUR 2	3.85	1	3.85	0,02973		*
VAR.INTER F1*2	11.148	3	3.716	0,0075		**
VAR.RESIDUELLE 1	17.648	24	0.735			

L'analyse de la variance a montré une différence significative entre les différents traitements salins pour l'effet salinité, et pour l'effet variété, cependant la différence est hautement significative pour l'interaction.

En absence du NaCl dans le milieu, les deux variétés affichent la même longueur des tiges (5.9cm), dès l'application du traitement 50mM de NaCl, les deux variétés enregistrent une diminution avec une diminution plus notable chez la variété CUF101 estimée à 23% par rapport au témoin, alors que chez Siriver cette diminution elle n'est que de 9%.

Dès l'application du traitement 100mM de NaCl une stimulation de la croissance caulinaire est affichée chez CUF101 pour atteindre les plus grandes valeurs estimées à 6.62 et 5.25 cm chez 100mM et 200mM de NaCl respectivement. Néanmoins une diminution a été enregistrée chez la variété Siriver pour atteindre les plus faibles hauteurs évaluées à 4.37 et 3.92cm chez les traitements les plus sévères à savoir 100mM et 200mM de NaCl

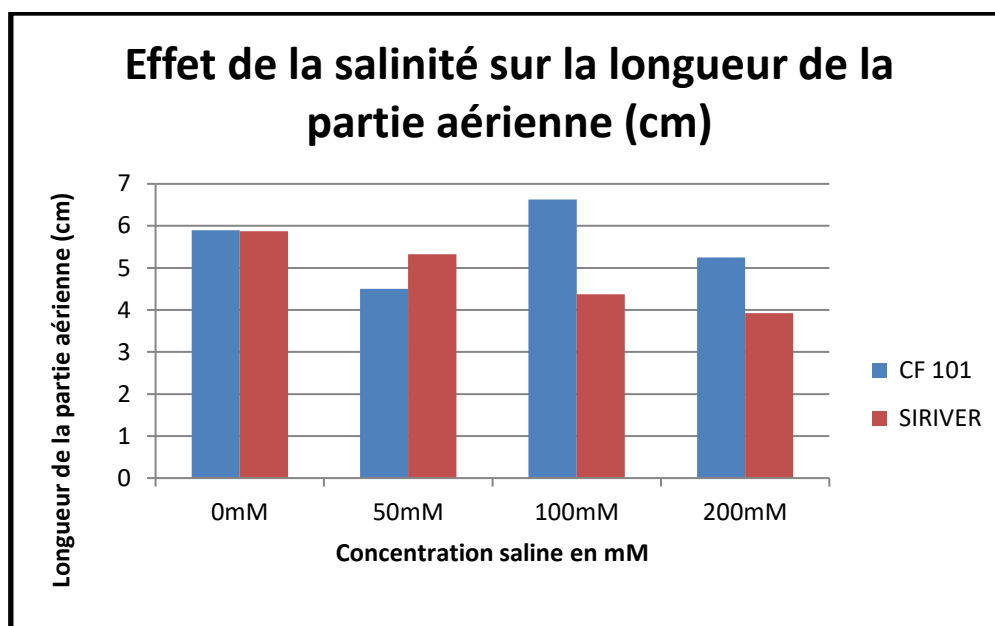


Figure 5: effet de la salinité sur la longueur de la partie aérienne.

II.2 Effet de la salinité sur la longueur de la partie racinaire.

• Résultat

Les résultats exprimant la longueur de la partie racinaire sont compris dans le tableau 3 et illustrés par l'histogramme figure 6.

Tableau 3: Analyse de la variance de la longueur de la partie racinaire

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	SIGNF
VAR.TOTALE	58,1	31	1,874			
VAR.FACTEUR 1	5,723	3	1,908	1,945	0,14811	NS
VAR.FACTEUR 2	5,04	1	5,04	5,138	0,03113	*
VAR.INTER F1*2	23,793	3	7,931	8,085	0,00073	***
VAR.RESIDUELLE 1	23,543	24	0,981			

L'analyse de la variance a révélé une différence significative pour l'effet variété, néanmoins pour l'effet salinité elle est non significative, cependant la différence est très hautement significative pour l'effet de l'interaction.

Sans la contrainte saline (T0), la variété CUF101 se caractérise par des racines plus longues par rapport à la variété Siriver. l'application du niveau 50Mm de NaCl induit une diminution notable chez la variété CUF101, néanmoins chez la variété Siriver la croissance racinaire reste inchangée. Chez les traitements les plus sévères (100mM et 200mM de NaCl), la croissance racinaire reste statistiquement stable chez la variété CUF 101 (T1, T2 et T3 dans

le même groupe homogène), alors que chez la variété Siriver une stimulation remarquable a été enregistrée pour atteindre des valeurs maximales estimées à 4.8 et 4.82 cm chez 100 et 200mM de NaCl respectivement.

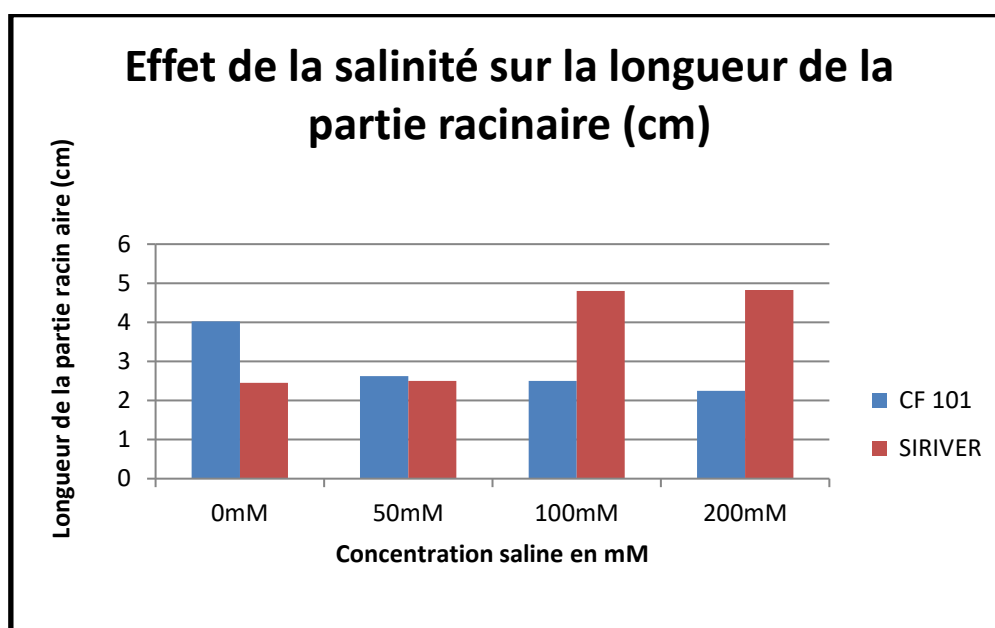


Figure 6: effet de la salinité sur la longueur de la partie racinaire.

II.3 Effet de la salinité sur le nombre de feuilles

- Résultats

Les résultats relatifs aux nombres de feuilles sont groupés dans le tableau 4 et illustrés par l'histogramme figure 7.

Tableau 4: Analyse de la variance pour le nombre de feuilles.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Sign
VAR.TOTALE	15,5	31	0,5			
VAR.FACTEUR 1	2,75	3	0,917	1,833	0,16687	NS
VAR.FACTEUR 2	0,5	1	0,5	1	0,32852	NS
VAR.INTER F1*2	0,25	3	0,083	0,167	0,91735	NS
VAR.RESIDUELLE1	12	24	0,5			

Aucune influence n'a été révélée par l'analyse de la variance autant pour les effets simples à savoir salinité et variété, que pour l'effet interaction entre ceux-ci sur le nombre de feuilles.

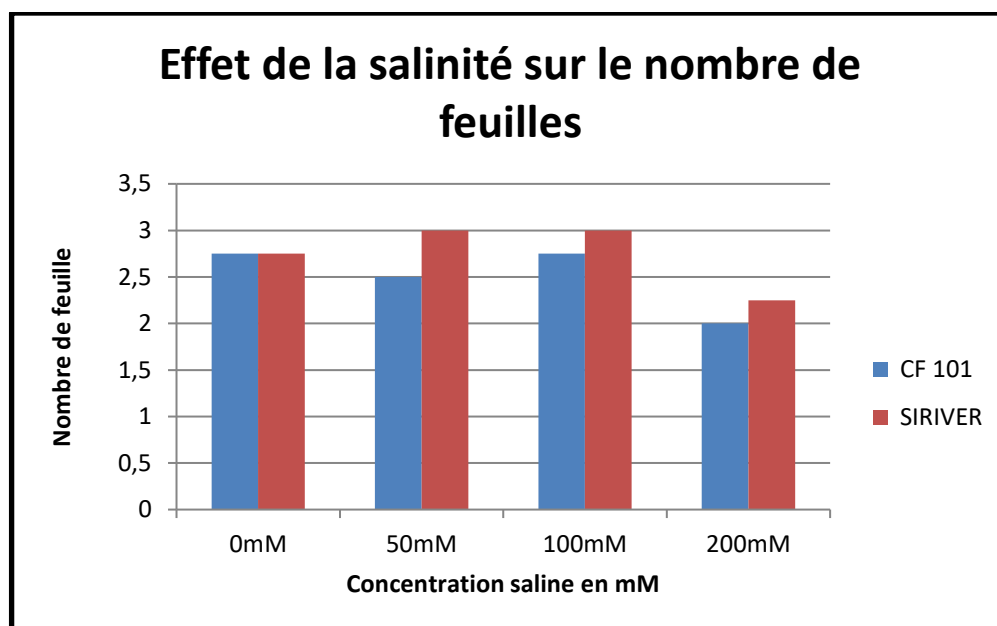


Figure 7: effet de la salinité sur le nombre de feuilles.

II.4 Effet de la salinité sur le poids frais de la partie aérienne

- Résultats

Tous les résultats du poids frais de la partie aérienne sont présentés dans le tableau 5 et illustrés par l'histogramme figure 8.

Tableau 5: Analyse de la variance du poids frais de la partie aérienne

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Sign
VAR.TOTALE	4523,5	31	145,919			
VAR.FACTEUR 1	169,5	3	56,5	3,88	0,02137	
VAR.FACTEUR 2	2926,125	1	2926,125	200,936	0	
VAR.INTER F1*2	1078,375	3	359,458	24,684	0	
VAR.RESIDUELL1	349,5	24	14,563			

La différence révélée par l'analyse de la variance, est très hautement significative pour l'effet variété, ainsi que pour l'effet interaction salinité \times variété, cependant la différence est significative pour l'effet salinité.

Une stimulation du poids frais total s'affiche chez la variété Siriver pour les traitements les plus contraignants 100mM et 200mM en NaCl avec des poids de 57.25 et 55.75 mg respectivement. Alors que chez la variété CUF101, une diminution inversement proportionnelle au niveau de stress appliqué s'exprime, ainsi les plus faibles poids sont enregistrés chez 100mM et 200mM en NaCl pour des valeurs de 27.25 et 25.75mg .

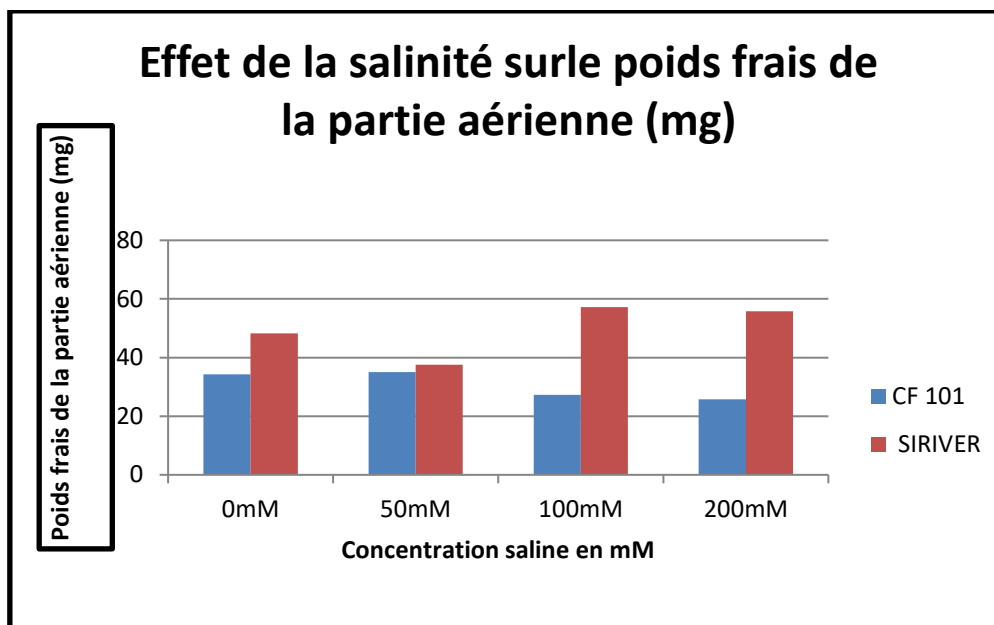


Figure 8: effet de la salinité sur le poids frais de la partie aérienne.

II.5 Effet de la salinité sur la teneur en proline des feuilles

• Résultats

Le tableau 6 rassemble les différents résultats de la teneur en proline des feuilles. Ces résultats sont ensuite illustrés par l'histogramme figure 9.

Tableau 6: Analyse de la variance pour le teneur en proline.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	
VAR.TOTALE	137,995	23	6			
VAR.FACTEUR 1	94,346	3	31,449	22,24	0,00001	***
VAR.FACTEUR 2	5,762	1	5,762	4,075	0,05812	NS
VAR.INTER F1*2	15,262	3	5,087	3,598	0,03662	*
VAR.RESIDUELLE1	22,625	16	1,414			

La mise en évidence de l'analyse de la variance de l'existence d'une différence non significative pour le facteur variété, n'élimine cependant pas la présence d'une différence très hautement significative pour l'effet salinité, cette différence est plutôt significative pour l'effet interaction

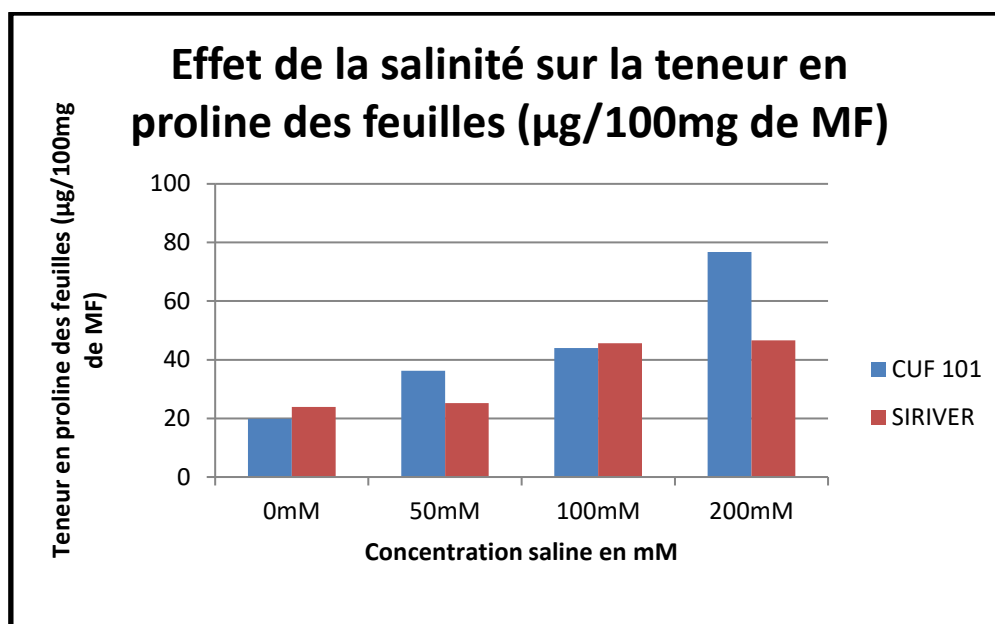


Figure 9: effet de la salinité sur la teneur en proline des feuilles.

Pour l'effet de la salinité sur la teneur en proline des feuilles, les deux variétés se comportent de la même manière, plus le stress s'accroît plus les feuilles se chargent en proline. Les plus fortes teneurs sont enregistrées chez les niveaux 100mM et 200mM en NaCl pour des teneurs de 6.35 et 6.88µg/100mg de MF chez CUF101 et de 2.71 et 6.28 µg/100mg de MF chez Siriver. Pour le même niveau de salinité la variété CUF101 exprime des teneurs plus élevées par rapport à la variété Siriver.

II.6 Effet de la salinité sur la teneur en sucres totaux.

• Résultats

Le tableau 7 rassemble les différents résultats de la teneur en sucres totaux des feuilles sous l'effet de la salinité chez les deux variétés de luzerne. Ces résultats sont ensuite illustrés par l'histogramme figure 10.

Tableau 7: Analyse de la variance pour la teneur en sucres totaux.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	SIGN
VAR.TOTALE	7260,774	23	315,686			
VAR.FACTEUR 1	5442,37	3	1814,123	115,027	0	***
VAR.FACTEUR 2	470,998	1	470,998	29,864	0,00007	*
VAR.INTER F1*2	1095,066	3	365,022	23,145	0,00001	NS
VAR.RESIDUELL1	252,34	16	15,771			

L'analyse de la variance à révéler une différence hautement significative pour l'effet salinité, alors que l'effet espèce est significatif, néanmoins l'effet combiné des deux facteurs est non significatif

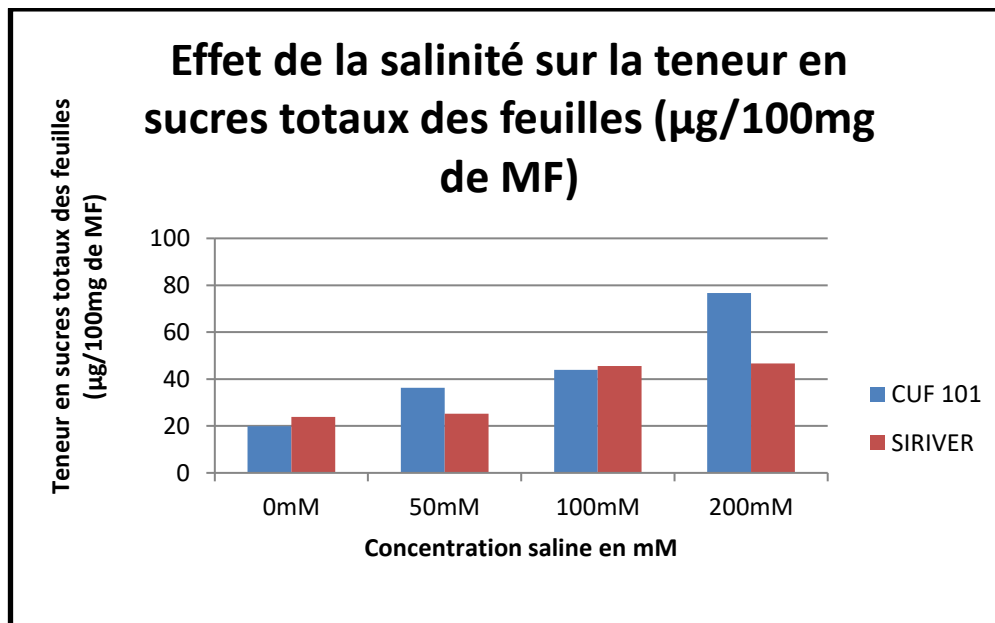


Figure 10: Effet de la salinité sur la teneur en sucres totaux des feuilles

Chez les deux variétés plus le stress s'accroît plus les feuilles accumulent des sucres solubles, ce phénomène est plus marqué chez la variété CUF 101 par rapport à la variété Siriver avec des teneurs plus élevées pour le même niveau de salinité, car selon les résultats obtenus la variété CUF 101 accumule plus de sucres totaux que la variété Siriver

Conclusion générale

Conclusion générale:

Plusieurs mécanismes interviennent dans la réponse à la salinité chez les cultivars d'une même espèce. Une expérimentation a été réalisée sur deux cultivars d'une espèce fourragère de *Medicago sativa* L à savoir Seriver et CUF101, les résultats obtenus indiquent :

Pour la longueur de la partie aérienne le stress salin a engendré une diminution de la hauteur des plants, cette diminution est d'autant plus importante que le stress est sévère ceci est valable pour les deux cultivars, cette diminution est plus accentuée chez la variété Seriver notamment à forte dose en NaCl (100 et 200mM en NaCl)

Pour le système racinaire les concentrations 0 et 50mM n'engendrent aucun effet sur les racines de la variété Seriver, alors qu'une diminution s'enregistre chez la variété CUF101, à forte concentration en sel (100, 200mM en NaCl) la variété Seriver exprime une stimulation remarquable, alors que chez la variété CUF101 une légère diminution s'affiche.

Le nombre de feuilles reste statistiquement non significatif pour l'ensemble des niveaux de stress appliqués chez les deux cultivars testés.

Pour le poids frais total des plants, la variété CUF101 exprime une diminution inversement proportionnelle avec le niveau du stress appliqué, alors que la variété Seriver répond par une stimulation du poids frais total, cette stimulation est d'autant plus importante que le stress est important.

Les deux cultivars expriment une réponse prolinique importante induite sous l'effet du stress, plus le stress est élevé plus les feuilles des deux variétés se charge en proline, la synthèse prolinique est plus importante chez la variété CUF101 par rapport au cultivar Seriver

Un comportement similaire est enregistré concernant l'accumulation des sucres des feuilles des deux variétés et qui va dans le sens du stress, il est à noter que pour le même niveau de stress la variété CUF101 accumule plus de sucres totaux que le cultivar Seriver.

Pour un travail futur il est souhaitable :

- de réaliser le même essai sur des populations locales de notre pays (populations oasiennes)
- d'analyser d'autres osmoticums impliqués dans la réponse à la salinité (glycine bétaine, spermidine...,etc)
- de tester la valeur fourragère sous l'effet de la contrainte saline

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques :

- Abdelguerfi –Berrakia 1985, contribution à l'étude du genre *Hedysarum* L. en algérie theme de l'obtention de magister, INA.EL harach P 1.131
- Abdely C., 2006 : Caractérisation des halophytes pour le dessalement des sols salins Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, PR China Department
- Alem C et Atalay A, Lars J, Niels L, Robert K, Gunnar K, 2002 : Adaptations And Environment pp239-250
- Alexandra J. 2018. « Forage legumes »2 [archive], sur cropgenebank.sgrp.cgiar.org (consulté le 9 septembre 2018).
- Allen et Allen ., 1981.- The Leguminosae, a source book of characteristics, uses and nodulation. The University of Wisconsin press. Madison. Aminéschez 2 souches de *Rhizobium meliloti*. Mémoire de DES. Université d'Oran 66 pp
- Anonyme., 2015 - LES CULTURES FOURRAGERES .Revue par OPU. Chapitre 10.
- BAAMEUR M., 1998, comportement de quelque variété introduite et population saharienne de luzerne (*Medicago sativa* L.) dans la région d'Ouargla, mémoire d'ING, Université de
- Ben Friha F., 2008, analyse de la diversité génétique et symbiotique des populations naturelles tunisiennes de *Medicago truncatula*, theme de l'obtention du diplom de doctorat université de toulous.
- BIROUK A., BOUIZGAREN A., BAYA B., 1997. Luzerne (*Medicago Sativa* L.). In Jaritz G. et Bounejmate M. (ed), Production et utilisation des cultures fourragères au Maroc, p : 126-139 INRA, Rabat.
- BOUALEM N. ET DJABALLAH F., 1990. Contribution à l'étude de quelques viroses des légumineuses fourragères cultivées et pastorales. Thèse. Ing. INA. El Harrach. 1-50
- BOUKORTT, Yamna , Effets de la salinité sur les caractéristiques physico-chimiques d'un sol du périmètre du Bas Cheliff et surle comportement écophysiological de la courgette (*Cucurbitapepo*).
- Caputa J., 1967, les plantes fourragères 3èmeédition librairie payot,P 35
- 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
- COTTE A., 1962: Les légumineuses fourra gères dans les Causses et le Cameres. Fourrages, 12: 12-26.
- Cours de physique du sol . MAÎTRISE DE LA SALINITÉ DES SOLS . Copie des transparents . Version provisoire . Prof . A. Mermoud , janvier 2006 .
- Daoud Y et Halitim A., 1994. Irrigation et Salinisation au Sahara Algérien. Sécheresse. 3 (5),

- Dunia H. Tabet., 1999. Intérêt d'une approche spatiale pour le suivi de la salinité des sols dans les systèmes irrigués. Thèse de Doctorat de l'Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, Montpellier, 435p.
- Faouzi Haouala , Hanen Ferjani , Salem Ben El Hadj, Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺ et Ca²⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2007 11 (3), 235–244
- Farissi., Ghoulam., Bouizgaren., 2014, effet de la salinité sur la production et la qualité fourragère de populations de Luzerne dans la region de Marrakech (maroc), p274
- Génier G. Guy P. et Prosperi J.M. (1992). Les luzernes. In: Gallais A et Bannerot H (Eds):amélioration des espèces végétales cultivées: objectifs et critères de sélection. Ed.Quae.768p.
- GUERRIER G., 1984 : Relations entre la tolérance ou la sensibilité à la salinité lors de la germination des semences et les composantes de la nutrition en sodium. *Biologia Plantarum (PRAHA)* Vol. 26, n°1, pp. 22-28.
- H.-D. Klein, G. Rippstein, J. Huguenin, B. Toutain, H. Guerin, D. Louppe 2014. Les cultures fourragères .
- Karmous C., 2007 : Contribution à l'étude des mécanismes de tolérance à la salinité
- Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P., Casse-Delbart F. (1995). Les plantes face au stress salin. *Cah. Agric.* 4, p. 263–273.
- M . ZATOUT , R. BERREKI A e t A . ABDELGUERF I, (1989), CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES ESPÈCES SPONTANÉES DU GENRE TRIFOLIUM L. EN ALGÉRIE : RÉPARTITION EN FONCTION DE QUELQUES FACTEURS DU MILIEU, Congrès International des Herbages, Nice, France, 1
- Maillard J., 2001 : Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne.
- Mathieu, C. and Pieltain, F. (2003) Analyse chimique des sols méthodes choisies. Editions Tec et Doc/Lavoisier, Paris
- MAURIES M., 1994. La luzerne aujourd'hui : vaches laitières, vaches allaitantes, brebis, chevaux, chèvres. Ed. France Agricole. Paris p 254.
- Mermoud, A. (2006) Aménagement et Equipement du Territoire. s.l.: Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
- Michaud R, Lehman W F, Runbaugh M D (1988) World distribution and historical development. In: Hanson A A & Barnes D K, Hill R R, (eds) Alfalfa and alfalfa improvement. Madison,WI, USA, pp 25-91.

- 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 R. & Termaat A. (1986) Whole-plant responses to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*13, 143–160.
- Navarro-Pedreno J., Jordan M. M., Melendez-Pastor I., Gomez I., Juan P, and Mateu J., 2007. Estimation of soil salinity in semi-arid land using a geostatistical model. *Land Degradation & Development*, 18: 339–353.
- Nedjraoui, D. (2001) Le profil fourrager de l'Algérie. Rapport URBT Alger.
- Orcutt et Nilsen, 2000: *Physiology of plants under stress*. John Wiley & Sons Inc., New York, NY, USA.
- Ouargla. pp.15, 27.
- Parida A.K. and Das A.B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: *a review Ecotoxicology and Environmental safety*, 60[3]:324-349
- pp : 151- 160.
- Price et Hendry, 1991; Allen, 1995: Dissection of oxidative stress tolerance using transgenic plants. *Plant Physiol.* pp 1049-1054.
- PROLEA D., 2002. Espèces et utilisations, des ressources en protéines à redécouvrir : les plantes fourragères prairiales – la luzerne. Institut du Végétal et de l'Institut de l'Élevage. GNIS. Paris. pp 4-7
- S.O.C.O, 2009. Sustainable Agriculture and soil conservation: Salinisation et codification <http://soco.jrc.ec.europa.eu>
- SAAIDIA A., 1981. Etude de la fixation de l'azote chez certaines espèces de légumineuses spontanées. Thèse. Ing. INA. El Harrach. 1-40.
- Saidi D, Lebissonnaisy, Duvalo, Daoudy, Halitima., 2004 Effet du sodium échangeable et de la concentration saline sur les propriétés physiques des sols de la plaine du Cheliff (Algérie). *EGS* 11,2,137 – 148
- Saidi D., 2004. Influence de la phase saline sur les propriétés physiques des matériaux argileux du Bas Cheliff. Thèse de Doctorat d'Etat Es Sciences en Sciences Agronomiques.
- Sankaky, 1986 : Loi sur les agences de travail intérimaire (*Rôdôsha hakengyô hô*) (Assouplissement des interdictions concernant cette forme d'emploi)
- shraf et Harris, 2004: Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Sci.*, 166: 3-6.
- Snoussi S.A et Halitim A., 1998 : Valorisation des eaux salines pour la nutrition Song, Ma rtensson, Eriksson, Zheng, Rasmussen : Biotechnology Center, Fujian stages. Irrig.

Sci. pp29-40.stages. Irrig. Sci. pp29-40.sur la densité racinaire d'une culture de tomate cultivée sur un substrat sableux. Séminaire National sur la Salinisation des terres Agricoles en Algérie, Chlef: 101- 108.

- Song et al 2005: Strategies for Adaptation of Suaedaphysophora, Haloxylonammmodendron and Haloxylonpersicum to a Saline Environment during Seed-Germination Stage. Annals of Botany.pp399-405
- Spécialité science du sol. Institut National Agronomique, El Harrach, Alger.181p.
- Young, N.D., Mudge, J., and Ellis, T.H. (2003) - Legume genomes more than peas in a pod. Curr Opin., Plant Biol.,Vol 6.,pp. 199-204.
- Zhu, S., Perez, R., Pan, M., Lee, T. (2005). Requirement of Cul3 for axonal arborization and dendritic elaboration in Drosophila mushroom body neurons. J. Neurosci. 25(16): 4189--4197.

Annexes

Protocole expérimental du dosage de la proline

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

Extraction

100mg de matériel végétal, est prélevé puis mis dans de tube à essai auquel on ajoute 2ml de méthanol à 40%, le tout est ensuite porté au bain marie à 85°C pendant une heure.

Les extraits peuvent être conservés dans les piluliers en plastique au congélateur.

Préparation de la solution mère de proline S₁

20mg de proline sont mis dans une fiole jaugée de 100ml sur lequel on verse du méthanol à 40% jusqu'à atteindre 100ml.

Préparation de la solution mère de proline S₂

-10ml de la solution mère S₁ est porté dans une nouvelle fiole jaugée de 100ml, on ajuste à 100ml avec du méthanol 40%, on obtient une solution S₂ de 20µg/ml de proline.

-10 fioles jaugées de capacité 10ml sont prises et numérotées de 1 à 10.

-On porte dans chacune d'elle 1 à 10ml de la solution S₂, puis chacune est ajustée à 10ml avec du méthanol 40%.

- ensuite 11 tubes à essai sont numérotés de T0 à T10 dont chacun contiendra : T0=1ml du méthanol qui servira à faire le zéro à la lecture de la DO

T1= 1ml prélevé de la fiole n°1, soit 2µg de proline

T2= 1ml prélevé de la fiole n°2, soit 4µg de proline

T3= 1ml prélevé de la fiole n°3, soit 6µg de proline

T4= 1ml prélevé de la fiole n°4, soit 8µg de proline

T5= 1ml prélevé de la fiole n°5, soit 10µg de proline

T6= 1ml prélevé de la fiole n°6, soit 12µg de proline

T7= 1ml prélevé de la fiole n°7, soit 14µg de proline

T8= 1ml prélevé de la fiole n°8, soit 16µg de proline

T9= 1ml prélevé de la fiole n°9, soit 18µg de proline

T10= 1ml prélevé de la fiole n°10, soit 20µg de proline

Préparation du Réactif

On mélange dans une bouteille en verre :

300ml d'acide acétique
80ml d'acide ortho phosphorique D=1,7
120ml de H₂O stérile

} solution A

Soit n le nombre de tube à dosé (extraits et étalons)

On met dans un bécher

(n+4)25mg de ninhydrine
(n+4) ml de la solution A
(n+4) ml d'acide acétique

} solution B → Agiter

Dosage

Porté le bain marie à 100°C

Prendre 1ml de l'extrait

Mettre 2ml de la solution

Ces tubes sont mis au bain marie pour une demi-heure

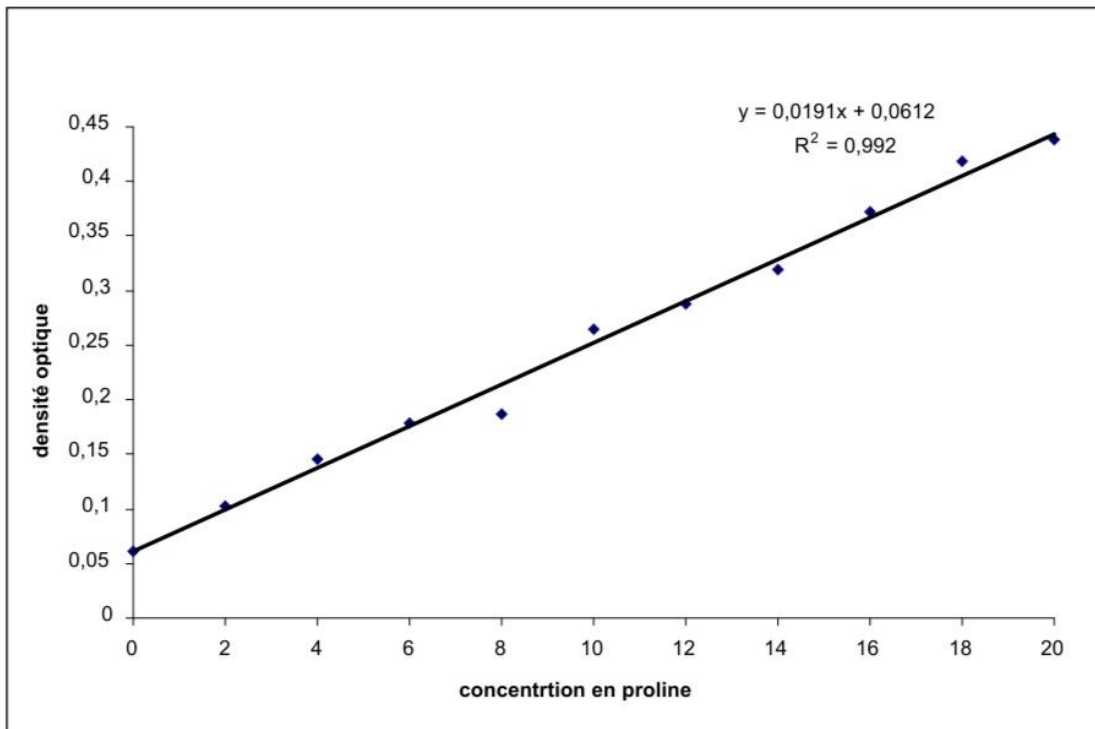
On obtient une coloration rose

Laisser refroidir

Puis additionner 5ml de benzène à chaque tube

Deux phases se distinguent : une supérieure et une inférieure, on agite les tubes

Finalement on pipete la phase organique qu'on dépose dans des tubes propres contenant chacun une spatule de Na₂SO₄ (une pincée). La lecture de la densité optique se fait à 528nm.



La courbe étalon du dosage de la proline

La teneur en proline est donnée par l'équation

$Y =$

$Y =$ teneur en proline

115.13 = masse molaire de la proline

MF = masse de matière fraîche

Résumé :

L'objectif de cette étude est de caractériser l'altération morphologique et physiologique induites par la salinité chez deux cultivars de *Medicago sativa* .L (Seriver et CUF101). Les résultats obtenus montrent que pour la longueur de la partie aérienne le stress salin a engendré une diminution de la hauteur des plants, cette diminution est d'autant plus importante que le stress est sévère avec une diminution plus accentuée chez la variété Seriver à forte doses en NaCl. La croissance racinaire diminue sous l'effet du stress chez le cultivar CUF101, alors qu'une stimulation est induite par les concentrations 100 et 200mM chez la variété Seriver. Pour le nombre de feuilles aucun effet n'a été enregistré pour les deux variétés. Le poids frais total diminue sous l'effet de la salinité chez la variété CUF 101, alors que Seriver répond par une stimulation. pour l'ajustement osmotique (Proline et sucres) les deux cultivars expriment une réponse osmotique proportionnelle à la sévérité du stress, avec une accumulation d'osmotocums plus important chez la variété CUF101.

Mots clés : salinité, NaCl, Cultivars, *Medicago sativa*.L, morphologique, physiologique

Abstract :

The objective of this study is to characterize the morphological and physiological alteration induced by salinity in two cultivars of *Medicago sativa* .L (Seriver and CUF101). The results obtained show that for the length of the aerial part, saline stress caused a reduction in the height of the plants, this reduction is all the more significant as the stress is severe with a greater reduction accentuated in the Seriver variety at high doses of NaCl. Root growth decreases under the effect of stress in the cultivar CUF101, while stimulation is induced by concentrations 100 and 200mM in the Seriver variety. For the number of sheets no effect was recorded for both varieties. The total fresh weight decreases under the effect of salinity in the CUF 101 variety, while Seriver responds with stimulation. for osmotic adjustment (Proline and sugars) the two cultivars express an osmotic response proportional to the severity of stress, with an accumulation greater osmotocums in the CUF101 variety.

Keywords: salinity, NaCl, Cultivars, *Medicago sativa*.L, morphological, physiological

ملخص :

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد التغيرات المورفولوجية والفيزيولوجية عند صنفين من نبات الفصة CUF101 و SERIVER تحت تأثير الملوحة . بالنسبة لطول الساق أدى الإجهاد الملحي إلى نقص في طول الجزء العلوي مع تحفيز ضئيل عند المستوى 50 ميلي مول ، بالنسبة لطول الجذور وجود كلور الصوديوم بتركيز متزايدة أحدث إنخفاض في نمو الجذور خاصة عند الصنف CUF101 مقارنة مع صنف SERIVER وقد لاحظنا تحفيز في نمو الجذور عند CUF101 عند تركيز 50 ميلي مول . الإجهاد الملحي أنقص من وزن الجزء الخضري والجزء الجذري عند الصنفين . الصنفان أظهرتا تأقلماً أيضاً مع الملوحة وذلك بتراكم البرولين أما بالنسبة للسكريات فقد كان التراكم طفيفاً. الصنفان أظهرتا إنتاشاً جيداً تحت الإجهاد الملحي وذلك بالتناقص إلا عند التركيز 200 ميلي مول. الكلمات المفتاحية : ملوحة ، الفصة ، صنفين ، نمو ، الوزن الخضري ، برولين ، سكريات .