

République Algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur Et la recherche Scientifique
Université de M'Sila



Faculté des Sciences
Département des Sciences Agronomiques
Option : Production Végétale et Environnement

*Pour Obtenir le diplôme de master académique en production végétale et
environnement*

Thème

*Etude du comportement de quelques populations locales
de *Medicago sativa* L. sous contrainte saline*

Présenté par : Charaba Fawzia

Devant le jury :

Président : Mme BENKHARBACHE N.

MCB université de M'sila

Encadreur : Mr KADRI A.

MAA université de M'sila

Examineur : Melle BAKIRI N.

MAA université de M'sila

Année Universitaire : 2015/2016

Remerciement

Louange à DIEU

Tout puissant de m'avoir donnée le courage, la volonté et la patience pour terminer ce travail.

*Au terme de ce travail, je tiens tout d'abord à remercier mon promoteur monsieur **KADRI** Maître assistant au département des sciences agronomiques à l'université de M'sila pour avoir accepté de m'encadrer ainsi que pour ses précieux conseils et orientations, son aide, sa modestie, et sa patience.*

Aux membres de jury qui ont eu l'obligeance de bien vouloir examiner et juger ce modeste travail :

***M. BENKERBECHÉ N** pour avoir accepté la présidence de ce jury.*

***Melle BAKIRI N** d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

Je remercie tout le personnel du laboratoire pour leur précieuse aide et leur compréhension.

A tous ceux qui ont participé de près ou loin pour la réalisation de ce travail.

SIHAME

Dédicace

Je dédie ce modeste travail:

A mes très chers parents Mama Kamir et Papa Kuider

Ames chers frères

Salim, Thameur, Ahmed, Ilyes, Yaya

A mes chères sœurs

Zina, Om Seed, Samra, Fatna, Zinet, Soaad

A toute ma famille

A toutes mes amis sans exception

En fin je dédie ce travail à toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont apporté leur aide

A tous, du fond de mon cœur je vous dédie ce travail

SIHAME



Table des matières

Page

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....1

Partie théorique :

Chapitre I : synthèse bibliographique

I.1 : les légumineuses fourragères.....4

I.1.1. Présentation générale des légumineuses.....4

I.1.2. Importance des légumineuses.....5

I.1.2.1. Dans les systèmes de culture.....5

I.1.2.2. Intérêt de la fixation symbiotique d'azote.....5

I.1.2.3. Haute teneur en protéines.....5

I.1.3. Contraintes au développement des légumineuses en Algérie6

I.1.3. 1. L'eau d'irrigation.....6

I.1.3. 2. La qualification des agriculteurs.....6

I.1.3. 3. Le mouvement associatif.....6

I.2 : Données représentatives de la luzerne7

I.2.1. Répartition et origine.....7

I.2.2. Généralités sur la luzerne.....8

I.2.2.1. Description taxonomique de la luzerne.....9

I.2.2.2. Description botanique de la luzerne.....9

I.2.2.3. Cycle de développement10

I.2.3. Intérêts de la luzerne.....11

I.2.3.1. Importance nutritionnel.....11

I.2.3.2. Importance pharmaceutique.....11

I. 2.3.3. Importance industriel et biotechnologique.....11

I.2.3.4. Importance environnemental.....12

I.3 .Généralité sur le stress et la salinité chez les végétaux13

I.3.1. Définition de la salinité.....13

I.3.2. définition d'un stress13

I.3.3. Effets de la salinité sur la physiologie des plantes.....14

I.3.3.1. Sur la germination.....14

| | |
|--|----|
| I.3.3.2. Sur la croissance et le développement..... | 14 |
| I.3.3.3.Effets sur la nutrition minérale des végétaux..... | 15 |
| I.3.4.Réponse et stratégie adaptative de la plante aux stress salin..... | 15 |
| I.3.4.1. Exclusion..... | 15 |
| I.3.4.2. Ajustement osmotique..... | 15 |
| I.3.4.3. Inclusion..... | 16 |
| I.3.4.4.Accumulation de la proline..... | 16 |
| I.3.4.5.Sucres solubles..... | 16 |

Partie pratique :

Chapitre II : Matériel et méthodes

| | |
|--|-----------|
| II. Matériels et Méthodes..... | 18 |
| A / Matériel végétal..... | 18 |
| B/ Solutions utilisées pour les tests..... | 19 |
| II.1.Premier essai..... | 19 |
| II.1.1. Objectif du premier essai..... | 19 |
| II.1.2.Méthodes de travail..... | 19 |
| II.1.2.1.Préparation des solutions..... | 19 |
| II.1.2.2.Déroulement de l'essai..... | 20 |
| II.1.2.3.Protocole expérimental..... | 20 |
| II.1.2.4.Les paramètres étudiés..... | 21 |
| A/Taux de germination finale | 21 |
| B / Cinétique de germination..... | 22 |
| C/ Vitesse de germination..... | 22 |
| D/ Moyenne journalière de germination | 22 |
| E/ Taux d'apparition des feuilles..... | 22 |
| F/ La longueur de Tigelle..... | 22 |
| G/ Réversibilité de l'action du sel..... | 23 |
| II.2.: Deuxième essais..... | 24 |
| II.2.1.Objectif de l'expérimentation..... | 24 |
| II.2.2.Dispositif expérimental..... | 24 |
| II.2.3.Méthodologie du travail..... | 25 |
| II.2.3.1.Préparation des grains..... | 25 |
| II.2.3.2.Préparation du substrat de culture..... | 25 |
| II.2.3.3.Préparation des pots..... | 25 |

| | |
|---|----|
| II.2.3.4.Semis..... | 25 |
| II.2.3.5.L'application du stress salin..... | 25 |
| II.2.4.Les paramètres retenus..... | 26 |
| II.2.4.1.Paramètres physiologiques..... | 26 |
| A /Teneur relative en eau des feuilles..... | 26 |
| II.2.4.2.Paramètre biochimiques..... | 27 |
| A/La Teneur En Sucre..... | 27 |
| II.2.4.3.Paramètre morphologique..... | 27 |
| A/La surface foliaire (mm ²)..... | 27 |
| B/ Le poids spécifique foliaire(PSF)..... | 28 |
| C/ Hauteur de la tige principale..... | 28 |
| D/Nombre des feuilles par plante..... | 28 |
| E/ Nombre d'entre nœuds..... | 28 |
| F/ Différence de croissance..... | 28 |
| II.2.4.4.Paramètres de Biomasse..... | 29 |
| A/Poids frais..... | 29 |
| B/Poids sec..... | 29 |
| II.2.5. Analyse statistique..... | 29 |

Chapitre III : Résultat et discussion

| | |
|---|-----------|
| III.1. Résultats et discussion..... | 31 |
| III.1.1. Résultats de premier essai..... | 31 |
| III.1.1.1. Taux de germination final..... | 31 |
| III.1.1.2. Cinétique de germination..... | 32 |
| III.1.1. 3.Vitesse de germination et moyenne journalière de germination | 33 |
| III.1.1.4.Taux d'apparition des feuilles..... | 35 |
| III.2.1.5. Réversibilité de l'action du sel..... | 35 |
| III.1.2. Résultats de deuxième essai..... | 37 |
| III.1.2.1.Analyse de variance..... | 37 |
| III.1.2.1.1.Analyse des paramètres physiologiques..... | 37 |
| A /Effet du stress sur la teneur relative en eau des feuilles(TRE)..... | 37 |
| III.1.2.1.2.Paramètre biochimiques..... | 39 |
| A/La Teneur En Sucre..... | 39 |
| III.1.2.1.3.Paramètre morphologique..... | 41 |
| A/La surface foliaire (mm ²)..... | 41 |

| | |
|---|-----------|
| B/ Le poids spécifique foliaire(PSF)..... | 43 |
| C/ longueur de la tige principale (<i>LTP</i> | 45 |
| D/Nombre des feuilles par plante(NF)..... | 47 |
| E/ Nombre d'entre nœuds (NED)..... | 49 |
| III.2.2.1.4.Paramètres de biomasse..... | 51 |
| A/Poids frais aérienne..... | 51 |
| B/Poids sec aérienne..... | 53 |
| C/Poids frais racinaire..... | 55 |
| D/Poids sec racinaire..... | 57 |
| E/ Le rapport poids sec aérienne / poids frais aérienne | 59 |
| F/ Le rapport poids sec racinaire / poids frais racinaire..... | 59 |
| III.2.2.2.Analyse en composante principale..... | 60 |
| III.2.2.2.1.Étude des variables..... | 60 |
| III.2.2.2.2.Étude des graphes des individus..... | 63 |
| III.2.2.2.3.Superposition des variables et des individus..... | 64 |
| III.2.2.3.La classification ascendante hiérarchique (CAH)..... | 65 |
| III.2.2.4.Matrice des corrélations..... | 66 |

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

ACP: Analyse en Composantes Principale.

CAH : La classification ascendante hiérarchique.

FAO: Food and Agriculture Organizations.

MDG : Moyenne journalière de Germination.

NED : nombre d'entre nœuds

NF : Nombre des Feuilles.

NaCl : le chlorure de sodium

NTGG: Nombre total de graines germées.

NTGT: Nombre total de graines testées.

PF : Poids frais.

PS : Poids sec.

PT : Poids turgescence.

PMG : Poids de Mille Graines

PSF : Le poids spécifique foliaire.

Pop : population.

r : coefficient de corrélation.

SF : la surface foliaire.

Sign : signification.

TG: Taux de germination.

TS : teneur en sucre.

TRE : teneur relative en eau.

LTP : longueur de la tige principale.

PFA : poids frais aérienne.

PSA : poids sec aérien.

T1 : traitement 1 50

T2 : traitement 2 100

T3 : traitement 3 150

T4 : traitement 4 200

Megg : Megganine.

Insal : Insalah.

Tem : Temacine,

Hassi : Hassi Laabid (El Meniaa).

Touj : Touijine(Jamaa),

Tem : Tementit.

Guem : Guemar,

Chott : Chott Ouargla.

Liste de tableau

| | <i>Page</i> |
|---|-------------|
| Tableau n°1: quelques caractéristiques des populations..... | 18 |
| Tableau02 : composition des solutions salines..... | 19 |
| Tableau n°3 : Analyse de variance de la teneur relative en eau des feuilles (TRE)..... | 37 |
| Tableau n°4: Analyse de la variance pour la teneur en sucre soluble (TS)..... | 39 |
| Tableau n°5 : Analyse de la variance pour la surface foliaire (mm ²) (SF)..... | 41 |
| Tableau n°6 : Analyse de variance du poids spécifique foliaire..... | 43 |
| Tableau n°7: Groupes homogènes des traitements du poids spécifique foliaire..... | 43 |
| Tableau n°8: Analyse de variance de longueur de la tige principale (LTP)..... | 45 |
| Tableau n°9: Groupes homogènes des traitements de longueur de la tige principale (LTP)..... | 45 |
| Tableau n°10: Analyse de la variance de Nombre des feuilles..... | 47 |
| Tableau n°11 : Analyse de la variance de nombre d'entre nœuds..... | 49 |
| Tableau n°12: Groupes homogènes des traitements pour le nombre d'entre nœuds..... | 49 |
| Tableau n°13: Groupes homogènes des populations de Nombre d'entre nœuds..... | 50 |
| Tableau n°14: Analyse de la variance du poids frais aérienne (PFA)..... | 51 |
| Tableau n°15: Analyse de variance du poids sec aérien (PSA)..... | 53 |
| Tableau n°16: Analyse de la variance du poids frais racinaire (PFR)..... | 55 |
| Tableau n°17: Groupes homogènes des traitements du poids frais racinaire (PFR)..... | 55 |
| Tableau n°18: Analyse de la variance du poids sec racinaire (PSR)..... | 57 |
| Tableau n°19: Analyse de la variance du rapport poids sec aérienne / poids frais aérienne (PSA /PFA)..... | 59 |
| Tableau n°20: Analyse de la variance du rapport poids sec racinaire / poids frais racinaire (PRA /PRA)..... | 59 |
| Tableau 21 : Valeurs propres avec le pourcentage de variabilité et le pourcentage cumulé porté sur chaque axe..... | 60 |
| Tableau 22 : Qualité de représentation des variables étudiées sur laxe1..... | 60 |
| Tableau 23: Qualité de représentation des variables étudiées sur laxe2..... | 61 |
| Tableau 24 : Qualité de représentation des variables étudiées sur laxe3..... | 61 |

Liste de figure

Page

| | |
|--|----|
| Figure 01: l'origine et la diffusion de <i>Medicago sativa</i> | 7 |
| Figure 02 : la luzerne (<i>Medicago sativa L</i>)..... | 9 |
| Figure 03: Protocole expérimentale de l'étude de la contrainte saline au stade germinatif | 21 |
| Figure 04 : dispositif expérimentale de l'essai..... | 24 |
| Figure 05 : les feuilles mises dans des tubes à essai remplis d'eau distillée..... | 26 |
| Figure 06 : spectrophotomètre UV-visible (dosage du sucre)..... | 27 |
| Figure 07 : Mesure de la surface foliaire avec le logiciel Adobe PhotoshopeCS5..... | 28 |
| Figure 08 : <i>Variation du taux de germination des différentes populations de luzerne en fonction des concentrations en NaCl</i> | 31 |
| Figure 09 : Effets de différentes concentrations de NaCl sur la cinétique de germination de 10 populations de luzerne..... | 33 |
| Figure10 : Effets de différentes concentrations de NaCl sur le temps moyen de germination t50 (A) et la moyenne journalière de germination (B) des populations de luzerne étudiées..... | 34 |
| Figure 11 : Variation du taux d'apparition des feuilles des différentes populations de luzerne en fonction des concentrations en NaCl..... | 35 |
| Figure 12 : Taux de germination des graines mises à germer sur milieu témoin mais après prétraitement avec NaCl..... | 36 |
| Figure 13 : Comportement des populations de luzerne vis à vis d'un gradient de salinité pour la teneur relative en eau..... | 38 |
| Figure 14 : Comparaison des réponses des populations de luzerne à différentes concentrations en NaCl pour la teneur relative en eau..... | 38 |
| Figure 15 : comportement de chaque population de luzerne vis à vis d'un gradient de salinité pour la teneur en sucre soluble | 40 |
| Figure 16 : comparaison des populations de luzerne dans différentes concentrations en NaCl pour la teneur en sucre soluble..... | 40 |
| Figure 17 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour la surface foliaire (SF)..... | 42 |
| Figure 18 : comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour la surface foliaire (SF)..... | 42 |

| | |
|---|----|
| Figure 19 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids spécifique foliaire (PSF)..... | 44 |
| Figure 20 : comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le poids spécifique foliaire (PSF)..... | 44 |
| Figure 21 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour la longueur de la tige principale (LTP)..... | 46 |
| Figure 22 : comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour la longueur de la tige principale (LTP)..... | 46 |
| Figure 23 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le nombre des feuilles (NF)..... | 48 |
| Figure 24 : comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le nombre des feuilles..... | 48 |
| Figure 25 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le nombre d'entre nœuds..... | 50 |
| Figure 26 : comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le nombre d'entre nœuds..... | 51 |
| Figure 27 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids frais aérienne (PFA)..... | 52 |
| Figure 28 : comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le poids frais aérienne (PFA)..... | 53 |
| Figure 29 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids sec aérienne (PSA)..... | 54 |
| Figure 30 : comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le poids sec aérienne (PSA)..... | 54 |
| Figure 31 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids frais racinaire (PFR)..... | 56 |
| Figure 32 : comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le poids frais racinaire (PFR)..... | 56 |
| Figure 33 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids sec racinaire (PSR)..... | 57 |
| Figure 34 : comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le poids sec racinaire (PSR)..... | 58 |
| Figure 35 : Cercle de corrélation du plan 1-2..... | 62 |
| Figure 36 : Cercle de corrélation du plan 1-3..... | 62 |

| | |
|---|----|
| Figure 37 : Analyse en Composantes Principales, Représentation des populations sur le plan 1-2..... | 63 |
| Figure 38: Analyse en Composantes Principales, Représentation des populations sur le plan 1-2..... | 63 |
| Figure 39: La classification ascendante hiérarchique (CAH) pour les populations de luzerne étudiées..... | 65 |
| Figure 40: Matrice des corrélations entre les différentes variables étudiées..... | 67 |

Introduction

Dans plusieurs zones du globe terrestre, la salinisation est le processus majeur de la dégradation des terres. En moyenne, le monde perd 10 hectares de terres cultivables par minute, dont 3 hectares à cause de la salinisation. 10 à 15% des surfaces irriguées (20 à 30 millions d'hectares) souffrent, à des degrés divers, de problèmes de salinisation (**Mermoud, 2006**).

Dans les régions arides et semi-arides du bassin méditerranéen, la salinisation des sols constitue l'un des facteurs abiotiques majeurs qui réduit la productivité de nombreuses cultures. L'introduction de plantes tolérantes à la salinité est l'une des techniques les plus recommandées pour valoriser les sols touchés par ce phénomène

La salinité reste la plus grande contrainte, qui a franchit les sols agricoles et les parcours parce qu'elle diminue gravement le taux de la fertilité de ses sols, même arrivant à être stérile non adaptés à la culture ou pour le développement d'une végétation multi-espèces sauf les halophytes. Elle entraîne une réduction des surfaces cultivables et combinée à d'autres facteurs, elle représente une menace pour l'équilibre alimentaire des régions arides et semi-arides (**Mahrouz , 2013**).

L'Algérie, qui offre toutes les variantes du climat méditerranéen, n'échappe pas à ce phénomène, où la sécheresse, observée depuis longtemps a conduit manifestement au processus de salinisation des sols sur 3,2 millions d'hectares affectés (**Nasri ,2014**).

Les cultures fourragères occupent seulement 1,6% de cette superficie alors que la jachère représente 10,6%, les pacages et parcours 87,7 % et les prairies naturelles 0,1% (**Nedjraoui, 2001**). Les fourrages cultivés 10% sont affectées aux céréales, orge, avoine, seigle, luzerne et le sorgho sont peut présentatifs (1 à 5 % de la superficie cultivée) (**Nedjraoui, 2001**).

Les légumineuses fourragères occupent une place très singulière dans les systèmes de production agricole en raison de leurs particularités biologique. En effet, par leur fixation symbiotique de l'azote atmosphérique, elles ont, de longues dates, contribuées à la durabilité des systèmes de production ou elles figuraient parmi les meilleures têtes de rotation. Par la richesse en protéine, elles contribuaient à la qualité des ratios et des diètes, à la fois pour les animaux de rente, mais aussi pour les populations humaines (**Huyghe et al, 2005**).

La luzerne (*Medicago sativa* L.) est une des plantes fourragères les plus répandues sur tous les continents (**Midoun, 2015**). Cette espèce présente certains avantages par rapport aux autres légumineuses fourragères : production élevée de matière sèche, tolérance à la

sècheresse et aux sols difficiles, pérennité et valeur nutritive élevée (**Midoun, 2015**). Son intérêt réside dans la fourniture d'un fourrage riche en protéines, et oligo-élément. (**Midoun, 2015**). elle constitue la principale culture fourragère de l'oasis algérienne. Il s'agit d'une culture très bien adaptée au climat saharien et qui est très productive puisqu'elle peut produire, dans des bonnes conditions, jusqu'à 100 tonnes de vert par hectare (**Baameur, 1998**).

Nous envisageons dans la présente démarche d'approcher l'influence du stress salin sur quelques stades phénologiques (Germination, apparition des feuilles) et de croissance des populations sahariennes algérienne de luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.)

L'étude complète comptera trois chapitres :

- **Le chapitre I** est une synthèse bibliographique : Présentation générale sur la salinité et l'espèce étudiée la luzerne.
- **Le chapitre II** expose la méthodologie que nous avons utilisée et développée.
- **chapitre III** est réservée à l'ensemble des résultats et la discussion de ces résultats obtenus, on termine avec une conclusion générale.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I.1 : les légumineuses fourragères

I.1.1. Présentation générale des légumineuses

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 (**Ben Friha, 2008**).

La famille des légumineuses est très diverse avec 3 sous familles: Mimosoideae, Caesalpinioideae, et Papilionoideae (**Doyle et Luckow, 2003**) et compte environ 20.000 espèces (**Gepts et al.2005**).

La sous famille des Papilionoideae regroupe les espèces cultivées les plus importantes économiquement: le soja (*Glycine max*), le haricot (*Phaseolus vulgaris*), le pois (*Pisum sativum*), la luzerne (*Medicago sativa*), l'arachide (*Arachis hypogaea*), le pois chiche (*Cicer arietinum*), et la fève (*Vicia faba*). (**Broughton et al.2003**).

Les légumineuses sont cultivées principalement comme source de protéines pour la consommation humaine (haricot, pois, fève,...) ou l'alimentation animale (soja, luzerne,...) grâce à la fixation symbiotique de l'azote. Elles sont aussi une source importante d'huiles végétales (arachide) et de bois de qualité (bois de rose, ébène).

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. Citons le Haricot (*Phaseolus vulgaris*) en Amérique Latine, le Pois Chiche (*Cicer arietinum*), la lentille (*Lens culinaris*) et la Fève (*Vicia faba*) dans le bassin méditerranéen, le Soja (*Glycine max*) en Asie sans oublier l'Arachide (*Arachis hypogea*) et le Pois (*Pisum sativum*) dans le monde entier.

I.1.2. Importance des légumineuses

I. 1.2.1. Dans les systèmes de culture

Utilisées en rotation ou en association dans les systèmes de culture, les légumineuses apportent une certaine contribution en azote en fixant et en intégrant une partie de l'azote atmosphérique. Les résidus des légumineuses sont plus riches en azote et contribuent à enrichir le sol en cet élément. Les cultures succédant aux légumineuses peuvent aussi bénéficier indirectement de l'azote fixé par l'entremise des résidus laissés par la légumineuse (**Ben Friha, 2008**).

I. 1.2.2. Intérêt de la fixation symbiotique d'azote

La déficience d'azote minéral dans le sol constitue un facteur limitant de la croissance des plantes. On estime que la réduction biologique de l'azote atmosphérique N₂ en ammonium fournit environ 65% de l'azote disponible dans la biosphère (**Lodwig et al. 2003**). La majorité de cet azote est apporté par la symbiose Rhizobium-légumineuses (**Ben Friha, 2008**), avec un apport annuel d'azote dans les terres estimé de 200–300 kg N ha⁻¹ (**Ben Friha, 2008**).

I.1.2.3. Haute teneur en protéines

Dans l'alimentation humaine, les légumineuses et les céréales constituent deux sources de protéines complémentaires. En effet les protéines provenant des céréales sont déficientes en Lysine, et les légumineuses à graines sont déficientes en acides aminés sulfurés et en tryptophane (**Wang et al. 2003**). C'est pour cette raison que dans la majorité des centres de domestication, les légumineuses et les céréales ont été associées (**Gepts 2004**). Graham et Vance (2003) estiment que les légumineuses fournissent pour l'Homme environ le 1/3 des protéines alimentaires. Pour le cheptel, les légumineuses fourragères représentent une source d'alimentation riche en protéines, fibres et énergie. Elles sont à la base de la production de lait et de viande (**Ben Friha, 2008**).

La luzerne (*Medicago sativa*) représente le fourrage le plus répandu dans les zones à climat tempéré (**Ben Friha, 2008**). Cette plante apporte de nombreux éléments à la ration donnée aux animaux. Elle leur fournit d'abord une part importante des protéines

nécessaires à leur croissance, de la Bétacarotène et des fibres indispensables à la digestion chez le ruminant.

I.1.3. Contraintes au développement des légumineuses en Algérie

I.1.3. 1. L'eau d'irrigation

Le développement des cultures légumineuses nécessite des volumes d'eau importants. Dans le cas des périmètres irrigués en grande hydraulique se posent le problème de la sécurité de l'approvisionnement en eau des activités agricole qui en consomment beaucoup.

I.1.3. 2. La qualification des agriculteurs

Le manque de la technicité de la main d'œuvre est à l'origine de la mauvaise conduite technique des cultures légumineuses. Ces mauvaises techniques sont traduites par un faible rendement

I.1.3. 3. Le mouvement associatif

Le désengagement de l'état de la gestion de la sphère de production agricole a laissé un vide organisationnel.

I.2. Données représentatives de la luzerne

I.2.1. Répartition et origine

C'est une plante originaire de l'Ouest de l'Asie (Afghanistan, Iran, Turquie), cultivée, et présente à l'état subspontané, dans tous les continents, dans les régions tempérées, jusqu'à 2000 m d'altitude environ, et débordant largement vers les régions arctiques au nord et équatoriales au sud.

La luzerne provient de l'ouest d'Asie où elle a été identifiée, il y a près de 10000 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.

Elle préfère les climats de type méditerranéen. Au total la luzerne représente dans le monde près de 32 millions d'hectares dont 14 millions en Amérique du nord où elle est le mieux représentée pour moins de 600 000 hectares en France (**Midoun, 2015**).

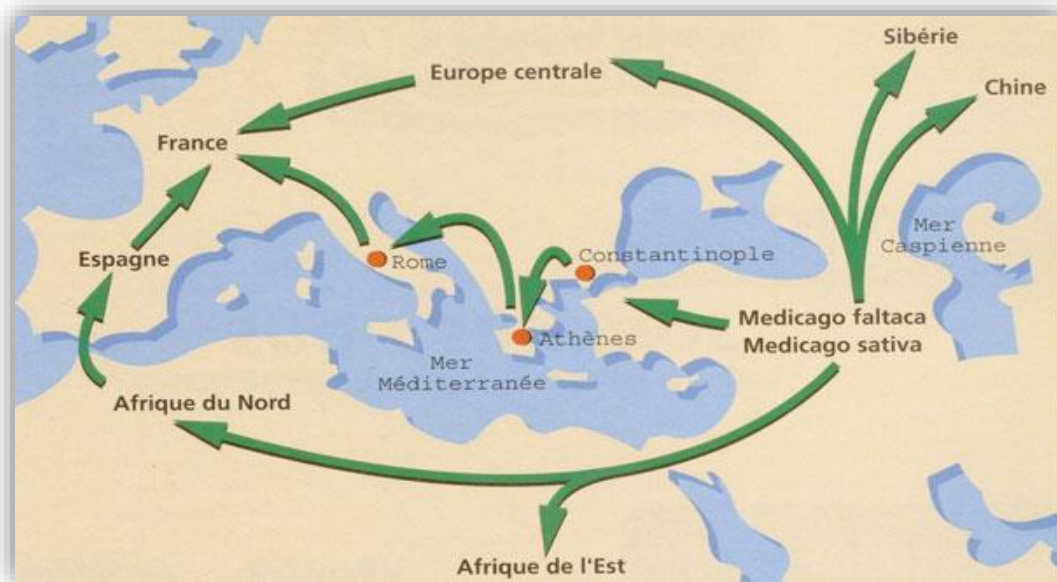


Figure 01: l'origine et la diffusion de Medicago sativa

I.2.2. Généralités sur la luzerne

La luzerne est une légumineuse de la famille des Leguminosae elle existe sous deux espèces *Medicago sativa* L et *Medicago falcata* L, caractérisée par sa capacité de fixer l'azote atmosphérique, grâce à une symbiose existant entre la plante et une bactérie qui se développe dans son système racinaire (**Mathieu, 2003**).

En effet, la symbiose avec la bactérie *Rhizobium meliloti* utilise l'énergie provenant de la photosynthèse pour assurer la transformation de l'azote de l'air, qui entre ainsi dans le circuit de la synthèse des protéines végétales. Cette opération se fait grâce à une enzyme, la nitrogénase. (**Pascal et al. 2003**).

En conditions favorables, c'est l'une des plus importantes espèces des légumineuses utilisée dans l'agriculture. Sa haute qualité nutritionnelle et son rendement végétatif fait d'elle un fourrage d'excellence (**Boudour, 2012**).

Elle est très cultivée pour sa richesse en protéines (allant jusqu'à 55 %) et ses qualités d'amélioration des sols

La luzerne constitue selon (**Benkhadoudja, 2010**):

- ✓ Une source d'azote pour d'autres cultures d'assolement.
- ✓ Une culture propre à améliorer les sols.
- ✓ Une source complète d'éléments nutritifs pour la production de viande et de lait.
- ✓ Un aliment de haute qualité pour chevaux.

La luzerne s'adapte facilement à des milieux divers en termes de climat et de pluviométrie.

Elle a une bonne tolérance aux températures relativement élevées (jusqu'à 30° C). Toutefois elle donne les meilleurs rendements en terres profondes, sans obstacles à son enracinement et saines, dans les sols dont le pH est supérieur à 6,5 (conditions nécessaires au bon fonctionnement de la symbiose avec le *Rhizobium meliloti* (**Midoun, 2015**)).

I.2.2.1. Description taxonomique de la luzerne

La luzerne est une plante herbacée vivace, allogame à pollinisation entomophile. La luzerne cultivée est le résultat de l'hybridisme entre deux espèces différentes : la luzerne commune *Medicago sativa* L et la luzerne faucille *Medicago falcata* (Benkhadoudja, 2010).

L'espèce est classée comme suit :

Règne : Plantae

Embranchement : Spermatophytes

Sous- embranchement: Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous- classe : Rosidées

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae

Sous-famille : Faboideae

Tribus : Trifolieae

Genre: *Medicago* (L.)

Espèce: *Medicago sativa* L.



Figure 02 : la luzerne (*Medicago sativa* L)

I.2.2.2. Description botanique de la luzerne

C'est une plante herbacée de grande taille (30 à 110 - 180 cm), glabrescente (Midoun, 2015), vivace par ses tiges souterraines ramifiées. Les feuilles présentent trois folioles obovales ou oblongues, pétiolées, dentées et mucronées au sommet, ordinairement glabres.

Les fleurs sont le plus souvent violettes, parfois bleuâtres, nombreuses, en grappes oblongues dépassant les feuilles.

Les fruit est une gousse non épineuse, recourbée en spirale à 2-3 tours de spire, renfermant plusieurs graines réniformes, luisantes, de couleur jaune verdâtre (Midoun, 2015).

Ses racines longuement pivotantes, peuvent descendre jusqu'à 2 mètres de profondeur, ce qui confère à cette espèce une bonne résistance à la sécheresse.

Le poids de 1.000 graines est d'environ 2 g. La faculté germinative dure en moyenne 3 ou 4 ans. Elle doit être considérée comme satisfaisante si elle est supérieure à 89 % pour un essai effectuée en local chauffé.

I.2.2.3.Cycle de développement

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.

I.2.3. Intérêts de la luzerne

I.2.3.1. Importance nutritionnel

La luzerne est considérée dans tous les pays comme une plante fourragère de première importance et dont la culture est la plus ancienne.

Elle est destinée à l'alimentation des animaux, ruminants et monogastrique, elle se caractérise par une valeur énergétique moyenne (0,7 UF/ Kg de matière sèche) et une teneur en protéines élevée (**Mouafek, 2010**).

Elle apporte une combinaison intéressante de minéraux et d'oligoéléments. En effet elle est riche en acides aminés, vitamines B, C et E et en carotène provitamine A, favorable à la fertilité.

La luzerne s'avère relativement pauvre en sucres et amidon. L'essentiel de l'énergie qu'elle apporte provient des parois cellulaires, structurée sous forme de fibres (**Bourgeois et al., 2010**).

I.2.3.2. Importance pharmaceutique

Utilisée depuis longtemps en herboristerie pour lutter contre les rhumes, les abcès, les troubles digestifs, elle possède des propriétés reminéralisantes, anti-infectieuses, désintoxicantes (**Ben Nja, 2014**). Elle agirait comme élément protecteur contre le diabète et le cholestérol (**Faye et al., 2001**).

I.2.3.3. Importance industriel et biotechnologique

La luzerne est une culture importante pour les fermes familiales et pour la production de plusieurs aliments biologiques.

Par ailleurs, la luzerne n'est pas concernée par les avancées récentes en matière de biotechnologie et de production d'organismes génétiquement modifiés. Elle est un moyen de faciliter la traçabilité de l'alimentation des bovins (**Bourgeois et al, 2010**).

La composition chimique, la régularité du rendement font de la luzerne une espèce industrialisable (luzerne déshydratée et concentré protéique foliaire destinés à l'alimentation animale; protéine blanche Rubisco, bien- tôt utilisées par les industries

pharmaceutique et (ou) agro- alimentaires humaines; source envisageable de fibre cellulosiques). La rubisco peut être favorablement utilisée dans la fabrication de cosmétiques, mais aussi de détergents.

I.2.3.4. Importance environnemental

La valorisation de la valeur environnementale de la luzerne est probablement déterminante pour son maintien dans les systèmes de grandes cultures. C'est une légumineuse, capable de fixer l'azote de l'air, qui se passe d'engrais minéral azoté. Elle permet ainsi des économies et améliore le bilan environnemental par rapport à d'autres cultures fourragères.

La luzerne joue aussi un rôle important de couverture naturelle du sol pendant plusieurs années, qui le préserve des problèmes d'érosion ou de ruissellement. Enfin, ses racines jouent le rôle d'un filtre à nitrates. Si le sol est riche en azote, la luzerne est capable de l'utiliser préférentiellement au lieu de l'azote atmosphérique (**Bourgeois et al., 2010**).

I.3.Généralité sur le stress et la salinité chez les végétaux

I.3.1. Définition de la salinité

La salinité est définie selon plusieurs chercheurs comme la présence d'une concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation (**Mahrouz , 2013**).

C'est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité (**Bouزيد, 2010**).

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 ; il s'en suit une diminution des rendements et, à terme, une stérilisation du sol. Et d'après (**Midoun, 2015**), c'est la quantité de sels secs dissous dans l'eau.

La salinisation est l'accumulation de sels hydrosolubles dans le sol. Ces sels sont le potassium (K^+), le magnésium (Mg^{2+}), le calcium (Ca^{2+}), le chlorure (Cl^-), le sulfate (SO_4^{2-}), le carbonate (CO_3^{2-}), le bicarbonate (HCO_3^-) et le sodium (Na^+).

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.

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**). Des concentrations élevées en sel dans la rhizosphère provoquent un stress du fait du déficit en eau et de la toxicité des ions. En fait, le terme de stress salin s'applique surtout à un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- (**Midoun, 2015**).

I.3.2.définition d'un stress

Un stress est l'ensemble des perturbations biologiques provoquées par une agression quelconque sur un organisme. Selon (**Mahrouz, 2013**), c'est un facteur de l'environnement induisant une contrainte potentiellement néfaste sur un organisme vivant.

La notion du stress biologique est le changement plus ou moins brusque par rapport aux conditions normales de la plante ou de l'animal, et la réaction sensible de l'individu dans les différents aspects de sa physiologie laquelle change sensiblement avec l'adaptation à la nouvelle situation à la limite de dégradation menant à une issue fatale (Mahrouz , 2013) .

Les dommages causés par le stress salin à long terme est surtout le déséquilibre ionique et la toxicité provoqués par le Na⁺ plutôt que l'effet du sel sur le potentiel hydrique réduisant la disponibilité en eau (Belkheiri, 2007).

I.3.3. Effets de la salinité sur la physiologie des plantes

I.3.3.1.Sur la germination

La plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (Nasri ,2014) Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (Bouchoukh, 2010).

Bien que les halophytes possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, leurs graines ne sont pas aussi tolérante au sel au stade germination (Belkhodja et Bidai, 2004).

Le stade germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (Bouda S Et Haddioui ,2011)

I.3.3.2. Sur la croissance et le développement

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes (Bouaouina et al, 2000).

La salinité affecterait de plusieurs manières la croissance de la plante :

La concentration élevée de NaCl diminue également l'absorption de Ca²⁺ qui est relativement tolérante au sel, l'augmentation de la concentration en Na⁺s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg²⁺, K⁺, N, P et Ca²⁺dans la plante (Mahrouz , 2013). Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K⁺, Ca²⁺ou NO₃⁻deviennent limitant (Haouala et al, 2004).

Les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités d'absorption des éléments nutritifs du sol (**Mahrouz , 2013**).

I.3.3.3.Effets sur la nutrition minérale des végétaux

Les effets nutritionnels de la salinité incluent les deux actions primaires du sel sur les plantes: la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions. Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (**Levigneron et al, 1995**).

I.3.4.Réponse et stratégie adaptative de la plante aux stress salin

Les plantes peuvent répondre aux stress de diverses façon ; elles accomplissent leur croissance durant les périodes de moindre stress ou bien ne peuvent pas le supporter et dans ce cas elles peuvent subissent des lésions. Ou bien, subies des modifications spécifiques de leur métabolisme leur permettant d'éviter ou de tolérer les effets du stress .

Les plantes réagissent à ces variations de la salinité dans le biotope pour déclencher des mécanismes de résistance.

Parmi ces mécanismes :

I.3.4.1. l'exclusion

La plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles; une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne de cellules de la racine .Cependant, cette barrière peut être interrompue, en particulier de l'émergence des ramifications de la racine. D'autres mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les feuilles mais les gènes qui les gouvernent sont encore largement inconnus (**Midoun, 2015**).

I.3.4.2.l' ajustement osmotique

L'ajustement osmotique apparaît aujourd'hui comme un mécanisme majeur d'adaptation, il peut intervenir à tous les stades de développement et son caractère inductible suggère qu'il n'a pas (ou peu) d'incidence sur le rendement potentiel. L'ajustement osmotique joue un rôle primordial dans la résistance ou la tolérance de la plante à un stress (**Midoun,**

2015). La plante devra synthétiser des solutés organiques pour ajuster son potentiel hydrique (Belfakih et al., 2013).

I.3.4.3.l'inclusion

La plante capte le sel, qui parvient aux feuilles, au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de "pompes" moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule. Le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (Midoun, 2015).

I.3.4.l'accumulation de la proline

La proline, observée chez de nombreuses monocotylédones ou dicotylédones, s'accumule aussi bien chez les glycophytes que chez les halophytes sur des cellules en suspension, ou des plantes entières pour restaurer l'équilibre osmotique entre cytoplasme et vacuole. La synthèse de proline est une mesure adaptative prise par les plantes et sa teneur est corrélée à la tolérance au NaCl (Midoun, 2015).

I.3.4.5.les sucres solubles

Les sucres solubles sont des voies des métabolismes végétaux présents aussi à la surface des plantes (Arnault et al., 2011). Ils sont stimulés par un stress salin (Levigneron et al, 1995), produits par blocage du glucose ou du saccharose (provenant de l'hydrolyse de l'amidon).

Ces sucres sont abondants dans le cas de concentration fortement salines et déshydratantes (Bouhaddi ,2009). Les sucres pourraient contribuer à plus de 50% à l'ajustement osmotique des glycophytes soumises aux conditions de salinité (Farissi et al., 2014).

Chapitre II

Matériel et méthodes

II. Matériels et Méthodes

Deux essais ont été conduits le premier en phase germination et le deuxième en phase plantule.

A / Matériel végétal

Le matériel végétal retenu pour notre essais est composé de 10 populations sahariennes locales de luzerne pérenne (*Medicago sativa L.*).

Les populations ont été collectées auprès l’agriculteur semencier connus au niveau des localités dont le nom est porté par les populations : - Megganine, insalah, Janet, Temacine, Hassi Laabid (El Meniaa), Nezla, Touijine(Jamaa), Tamentit, Guemar, Chott Ouargla.

Certaines caractéristiques de ces populations sont présentées au niveau du tableau 01.

Tableau N°01: quelques caractéristiques des populations (**BOUDEBBOUS, 2009**).

| N° Pop | Nom Site | PMG (g) | Altitude | Latitude Nord | Longitude | FG (%) | origine |
|--------|--------------------------|---------|----------|---------------|-----------|--------|-------------------|
| 1 | Megganine (Touggourt) | 2,475 | 65 | 33°09 | 6°05E | 65,33 | Sahara algérienne |
| 2 | In Salah | 2,393 | 275 | 27°11 | 2°28E | 94,67 | |
| 3 | Janet | 2,425 | 1037 | 24°33 | 9°29E | 90,67 | |
| 4 | Temacine | 2,613 | 78 | 33°00 | 6°00E | 90,67 | |
| 5 | Hassi Laabid (El Meniaa) | 2,364 | 398 | 30°37 | 2°52E | 94 | |
| 6 | Nezla (Touggourt) | 2,763 | 67 | 33°05 | 6°04E | 92 | |
| 7 | Touijine (Jamaa) | 2,558 | 21 | 33°32 | 6°02E | 90,67 | |
| 8 | Tamentit (Sidi Youcef) | 2,508 | 242 | 27°45 | 0°15E | 93,33 | |
| 9 | Guemar | 2,143 | 61 | 33°29 | 6°47E | 90,67 | |
| 10 | Chott (Ouargla) | 2,66 | 132 | 31°57 | 5°22E | 88 | |

B/ Solutions utilisées pour les tests :

On a utilisé l'eau distillée comme témoin avec des solutions de NaCl à différentes concentrations : 50mM, 100mM, 150mM et 200mM.

II.1. Premier essai

II.1.1. Objectif du premier essai

Ce travail réalisé sur les graines de 10 populations de la luzerne a pour but de déterminer l'action des différentes concentrations salines sur La germination des plantes.

II .1.2.Méthodes de travail:

II .1.2.1. Préparation des solutions :

Dans ce travail 4 solutions salines ont été préparée à partir de l'eau distillée et le chlorure de sodium NaCl, dont les proportions sont indiquées au tableau suivant:

Tableau02 : composition des solutions salines.

| Solution | Concentration | |
|-------------------|-------------------------|--------------------|
| | Chlorure de sodium NaCl | |
| | g.l ⁻¹ | mM.l ⁻¹ |
| Solution 1 | 2,92 | 50 |
| Solution 2 | 5,84 | 100 |
| Solution 3 | 8,76 | 150 |
| Solution 4 | 11,68 | 200 |

II .1.2. 2. Déroulement de l'essai :

Les tests de germination sont réalisés dans les conditions de laboratoire.

L'expérience comporte 10 populations de luzerne et 5 traitements (l'eau distillée et 4 concentrations de NaCl) avec 03 répétitions pour chacune.

Dans chaque boîte de Pétri, on a placé 5 graines sur le coton arrosée par une solution. Les observations ont lieu pendant 7 jours au cours desquelles nous procédons aux différents comptages quotidiennement.

II .1.2. 3. Protocole expérimental :

Le présent travail vise à déterminer les effets néfastes du NaCl sur la germination des graines de luzerne de plusieurs variétés saharienne.

Les tests de germination ont été effectués sous différentes concentrations de chlorures de sodium.

Pour chaque variété, les graines au nombre de 5 sont désinfectées à l'eau de javel, lavées abondamment à l'eau, puis rincées à l'eau distillée.

Elles sont mises à germer dans des boîtes de pétri couvertes de coton. Dans un cas, nous avons ajouté l'eau distillée (témoin), dans les autres cas, nous avons ajouté des solutions contenant (0, 50, 100, 150 et 200mM) de NaCl/ litre (stress salin).

Les boîtes sont mises à l'obscurité dans une étuve réglée à une température de 25°C.

La germination est repérée par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine dont la longueur est d'au moins de 2 mm.

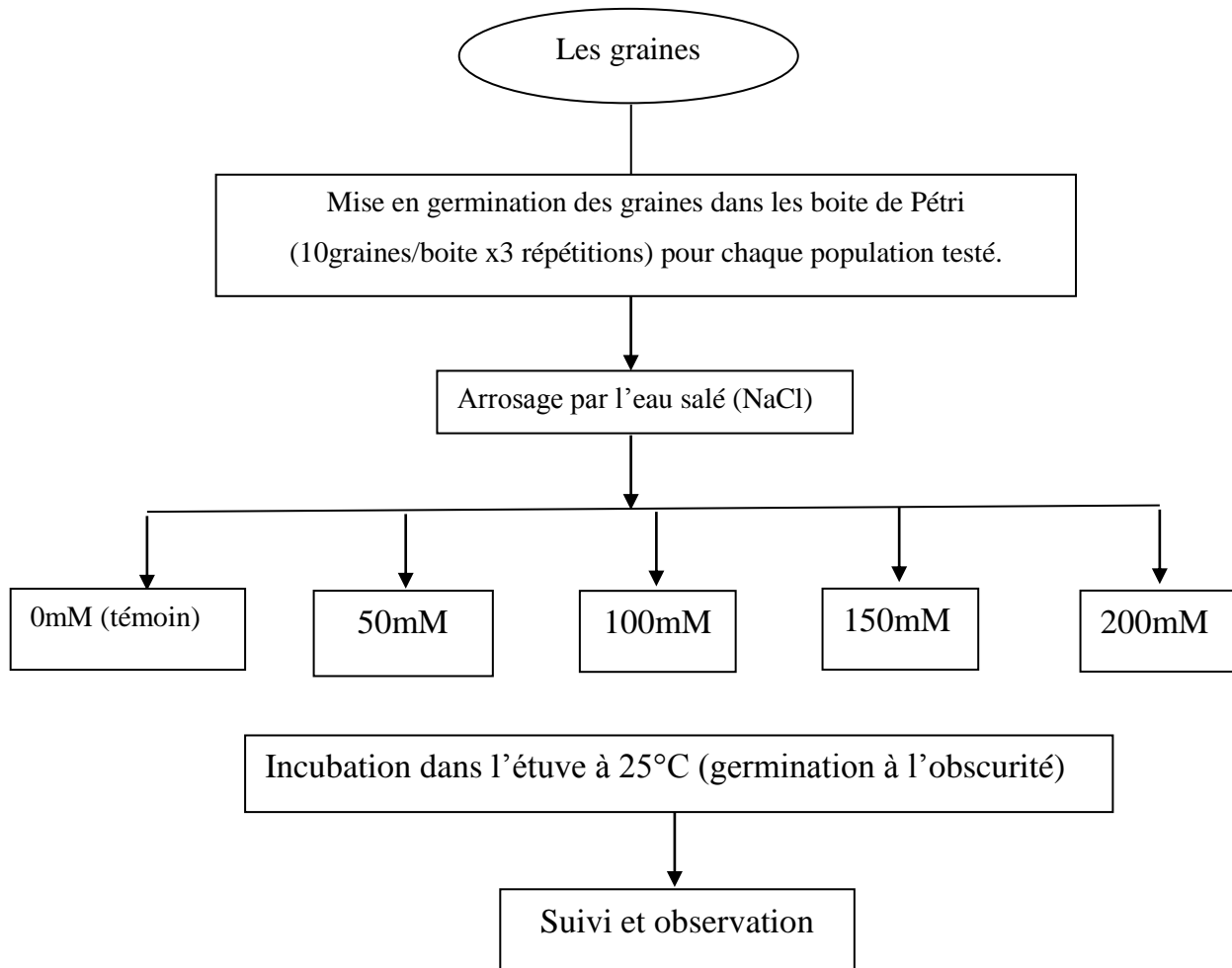


Figure 03: Protocole expérimentale de l'étude de la contrainte saline au stade germinatif

II .1.2. 4. Les paramètres étudiés

Les paramètres étudiés au cours de ce travail sont :

A/Taux de germination finale :

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

C'est le pourcentage des semences ayant germé dans les conditions d'expérimentation. (Litim ,2009).

$$TG = \frac{NTGG}{NTGT}$$

TG: Taux de germination.

NTGG: Nombre total de graines germées.

NTGT: Nombre total de graines testées.

B / Cinétique de germination:

pour mieux appréhender la signification physiologique du comportement germinatif des variétés étudiés, le nombre de graines germées ont été compté quotidiennement jusqu'au 7^{ème} jour de l'expérience.

C/ Vitesse de germination:

Elle permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine. La vitesse de germination peut s'exprimer par la durée médiane de germination (Nasri ,2014) ou par le temps moyen de germination (T50) (le temps au bout duquel on atteint 50% des graines germées).

Durée médiane (T50) = $T1 + (0.5 - G1 / G2 - G1) \times (T2 - T1)$. Avec :

G1 = pourcentage cumulé des graines germées dont la valeur est la plus proche de 50% par valeur inférieure.

G2 = pourcentage cumulé des graines germées dont la valeur est la plus proche de 50% par valeur supérieure.

D/ Moyenne journalière de germination (MDG= Mean Daily Germination) :

Selon Osborne et Nercer, MDG est le Pourcentage de germination final/nombre de jours à la germination finale.

E/ Taux d'apparition des feuilles:

Dans notre cas, l'apparition des feuilles correspond au stade qui suit la germination et correspond à l'émergence de la gemmule. Là aussi, nous procédons au comptage des graines dont la gemmule a émergé par rapport au total testé.

F/ La longueur de Tigelle:

C'est la longueur maximale de la tigelle mesurée en cm et retenons la longueur maximale pour chaque boîte de Pétri à la fin du test.

G/ Réversibilité de l'action du sel:

Ce paramètre a l'avantage de déterminer l'origine de l'effet dépressif du sel, s'il est de nature osmotique et/ou toxique. Ainsi, les graines sont mises à germer en présence de différentes concentrations de NaCl pendant 4 jours. Au quatrième jour, les graines non germées sont rincées trois fois pour éliminer le sel non absorbé puis transférées dans d'autres boîtes de pétri contenant de l'eau distillée pendant quatre jours supplémentaires.

II.2.:deuxième essais

II.2.1.Objectif de l'expérimentation

L'objectif de ce travail est l'évaluation du comportement de 10 populations algériennes (oasis sahariennes) de luzerne (*Medicago sativa l*) au cours de la croissance sous une contrainte saline.

II.2.2.Dispositif expérimental

L'étude a été conduite dans une chambre de culture , au niveaux du laboratoire. Le dispositif expérimental adopté est un bloc aléatoire complet avec 3 répétitions (3 blocs) chaque bloc est constitué d'une série de pots de 5 traitements.

Deux facteurs sont étudiés à travers ce dispositif :

- ✓ le premier facteur étudié est le stress salin avec 5 niveaux (5 traitements ; l'eau distillée et 4 concentrations de NaCl), le stress est appliqué a partir de l'apparition de la premier feuille trifoliolé
- ✓ le deuxième facteur étudié est représenté par les populations avec 10 niveaux - Megganine, insalah, Janet, Temacine, Hassi Laabid (El Meniaa), Nezla, Touijine(Jamaa), Tamentit, Guemar, Chott Ouargla.



Figure 04 : dispositif expérimentale de l'essai

II.2.3.Méthodologie du travail

Pour réaliser ce travail, nous avons adopté la méthodologie suivante :

II.2.3.1.Préparation des graines

Avant de réaliser le semis des graines *Medicago sativa* pour obtenir les plantules, les graines ont été désinfectées à l'eau de javel pendant 3 min puis rincées soigneusement trois fois avec l'eau distillée pour éliminer toute trace de l'eau de javel.

II.2.3.2.Préparation du substrat de culture

Le substrat de culture utilisé est le sable. Avant son utilisation, ce sable a subi un tamisage approprié afin de supprimer les différents débris et déchets dans le but d'obtenir un sable propre.

II.2.3.3.Préparation des pots

Des pots en plastiques sont remplis par une quantité de mélange de sable et de terreau industrielle (2 volume de terreau +1 volume de sable). Cette valeur de poids est retenue pour déterminer la capacité de rétention de ce substrat, Cette caractéristique hydrique est nécessaire car elle permet le calcul des quantités d'eau à apporter lors des arrosages.

II.2.3.4.Semis

Le semis a été réalisé le 13/04/2016.

Les graines choisies doivent être saines et ont été sélectionnées selon leur taille, leur forme et leur couleur. Le semis a été effectué manuellement à raison de cinq graines par pot de chaque population à une profondeur ne dépassant pas 1cm. Les semences sont bien couvertes et tassées afin de favoriser un meilleur contact sol-graine.

II.2.3.5.L'application du stress salin

Le stress est appliqué à partir de l'apparition de la première feuille trifoliolée le 03 /05/2016 à l'âge de vingt jours après le semis, Les plantes vont subir un stress salin 12 fois durant un mois.

II.2.4. Les paramètres retenus:

Pour réaliser l'objectif de notre essai ; nous avons pris en considération les paramètres suivants

II.2.4.1. Paramètres physiologiques

A /Teneur relative en eau des feuilles

La teneur relative en eau des feuilles a été déterminée par la méthode décrite par **(Barrs, 1968)**. Selon cette méthode, les feuilles sont coupées à la base du limbe, elles sont pesées immédiatement pour obtenir leur poids frais (PF). Ces feuilles sont mises par la suite dans des tubes à essai remplis d'eau distillée et placés à l'obscurité dans un endroit frais, après 24h les feuilles sont retirées, passées dans un papier buvard pour absorber l'eau de la surface, pesées de nouveau pour obtenir le poids de la pleine turgescence (PT). Les échantillons sont enfin mis à l'étuve réglée à 80°C pendant 48h et pesés pour avoir leur poids sec(PS). La teneur relative en eau est calculée par la formule suivante (la formule de **Clark Et Mac-Caig, 1982**) : $TRE = (PF - PS / PT - PS) * 100$.



Figure 05 : les feuilles mises dans des tubes à essai remplis d'eau distillée

II.2.4.2. Paramètre biochimiques

A/La Teneur En Sucre

Les sucres solubles sont dosés par la méthode de (Dreywoo ,1946) modifiée par (Shiends et Burnett, 1960) (annexe1); 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 sulfurique se colorant en bleu-vert avec l'anthrone.



Figure 06 : spectrophotomètre UV-visible (dosage du sucre)

II.2.4.3. Paramètre morphologique

A/La surface foliaire (mm²)

La méthode utilisée pour la mesure de la surface foliaire consiste à:

- prélever des feuilles fraîches
- scanner ces feuilles à l'aide d'un scanner
- calculer la surface à l'aide d'un logiciel Adobe PhotoshpeCS5.

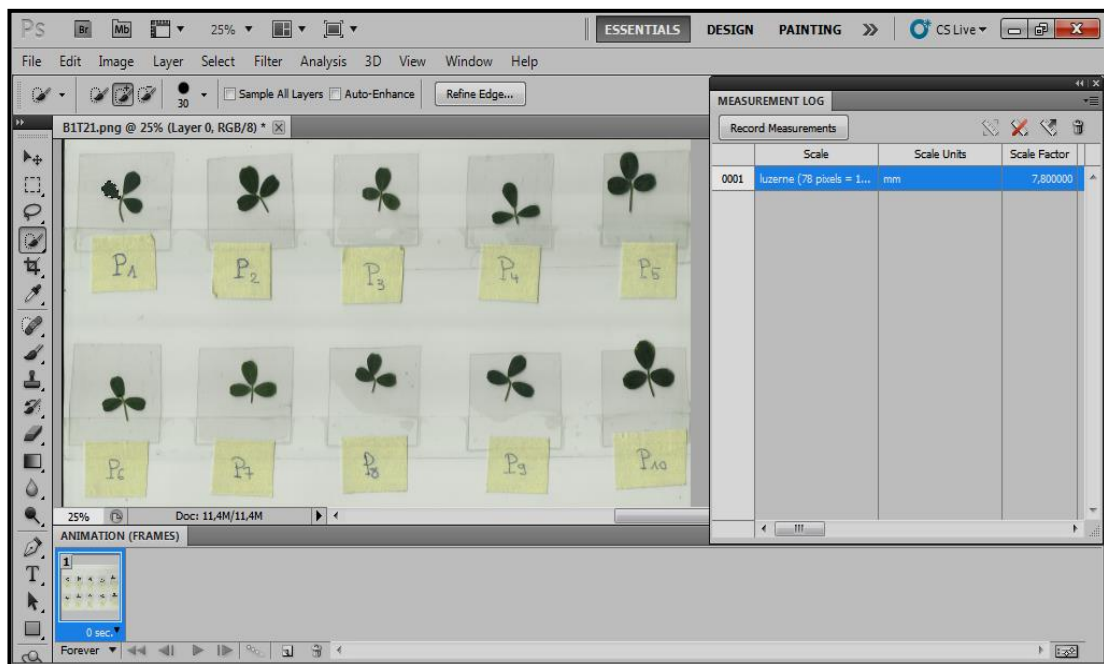


Figure 07 : Mesure de la surface foliaire avec le logiciel Adobe PhotoshopCS5.

B/ Le poids spécifique foliaire(PSF)

Les feuilles sont pesées immédiatement pour obtenir le poids frais (PF) puis avec les même feuille on détermine la surface foliaire (SF) selon la méthode de (Paule et al., 1979). Le poids spécifique foliaire (PSF) est déterminé par la formule suivante (Araus et al., 1998 in Zeghida et al., 2004) : $PSF(mg/cm^2) = PF/SF$.

C/ Hauteur de la tige principale

La longueur de la tige est mesurée à l'aide d'un mètre ruban (cm), de la surface du sol à l'extrémité de la plante.

D/Nombre des feuilles par plante

E/ Nombre d'entre nœuds

F/ Différence de croissance

II.2.4.4. Paramètres de biomasse

A/Poids frais

La coupe a été effectuée au niveau du collet, on pèse à l'aide d'une balance de précision.

B/Poids sec

Après la pesée de la matière fraîche on place les plantes coupées dans une étuve pendant 24h à 105°C pour obtenir le poids sec.

II.2.5. Analyse statistique

Les résultats obtenus vont être traités et analysés à l'aide du logiciel STAT-BOX et du logiciel R ; dans le but de déterminer la signification des différents traitements salins et leurs effets sur les paramètres que nous avons étudiés.

Pour la comparaison et l'interprétation de nos résultats nous avons retenu deux méthodes statistiques : l'analyse en composantes principales (ACP) et la classification ascendante hiérarchique (CAH).

- ❖ L'analyse en composante principale ou (ACP) est une méthode statistique classique essentiellement descriptive, son objectif est de présenter sous une forme graphique le maximum d'information présente dans un tableau de données, elle permet aussi de visualiser la position des variables étudiées selon un cercle de corrélation, dont les axes correspondent à la direction des facteurs. Lorsque les variables sont proches du cercle, on peut dire qu'elles sont bien représentées (**Litim, 2009**).
- ❖ Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

Objectifs

Classer des individus ayant un comportement similaire sur un ensemble de variables.

Principe

Créer à chaque étape une partition obtenue en agrégeant 2 à 2 les éléments les plus proches. Éléments : individus ou groupe d'individus.

Chapitre III

Résultat et discussion

III.2. Résultats et discussion

III.2.1. Résultats du premier essai

III.2.1.1. Taux de germination final

Les résultats obtenus montrent que l'élévation de la concentration en NaCl provoque une légère variation de la capacité germinative des populations étudiées pour les concentrations allant de 0 à 100 mM. A partir de 150 mM les taux de germinations commencent à baisser considérablement jusqu'à atteindre 55,01 % de réduction (annexe 2).

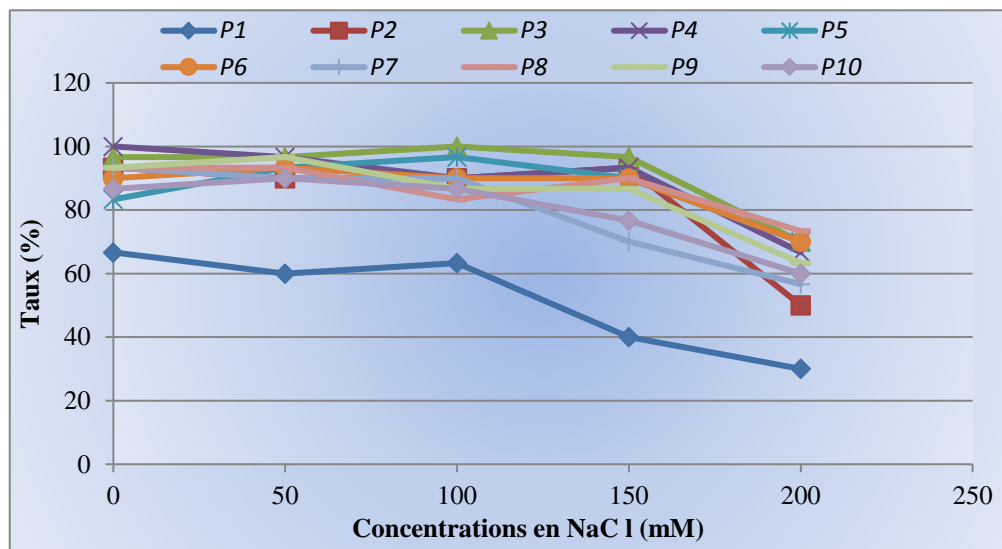


Figure 08 : Variation du taux de germination des différentes populations de luzerne en fonction des concentrations en NaCl

Pour le témoin (eau distillée) (T0), toutes les populations étudiées atteignent un taux de germination assez élevé à l'exception de la population Megganine qui s'est distingué par un taux très faible. Le taux le plus élevé a été enregistré par Temacine (100%), tandis que le taux le plus faible (66.67%) a été enregistré par Megganine.

Le taux de germination est resté relativement stable pour toutes les populations entre les concentrations T0 et T2. A partir de la concentration 150 mM de NaCl (T3), le taux de germination commence à diminuer. Ceci peut être expliqué soit par la toxicité spécifique des ions sous l'effet du sel, soit par l'effet osmotique du sel.

III.2.1.2. Cinétique de germination

La figure 09 représente l'évolution de la germination des 10 populations de luzerne en fonction du temps pour l'ensemble des traitements.

Les résultats obtenus un jour après l'application des traitements salins montrent que les courbes relatives aux taux de germination des graines traitées (stressées) sont situées au-dessous de celles des courbes témoins et se rapprochent de zéro au fur et à mesure que la dose de NaCl augmente.

Les courbes de germination permettent de distinguer 3 phases:

- une phase de latence, nécessaire à l'apparition des premières germinations, au cours de laquelle le taux de germination reste faible. La durée de cette phase est variable selon la concentration de NaCl. Elle est courte chez les populations irriguées par une concentration de 50 mM.l⁻¹ de NaCl. Mais, elle devient plus au moins longue, surtout chez les plantes soumises au traitement de 150 et 200 mM.l⁻¹.

- une phase sensiblement linéaire, correspondant à une augmentation rapide du taux de germination qui évolue proportionnellement au temps, du moins les plantes soumises à une concentration de 50 mM.l⁻¹. Pour la concentration de 200 mM.l⁻¹, cette phase est très courte, ce qui explique le taux de germination réduit dû à l'effet inhibiteur du sel sur la germination.

- une troisième phase correspondant à un palier représentant le pourcentage final de germination et traduisant la capacité germinative de chaque variétés et pour chaque concentration. Il paraît que cette capacité germinative diminue pour toutes les variétés étudiées mais avec des degrés différents, selon la population étudiée et le stress appliqué.

On remarque que la population Megganine s'est distinguée encore une fois par ces taux de germination faibles et ceci quelques soit le traitement appliqué.

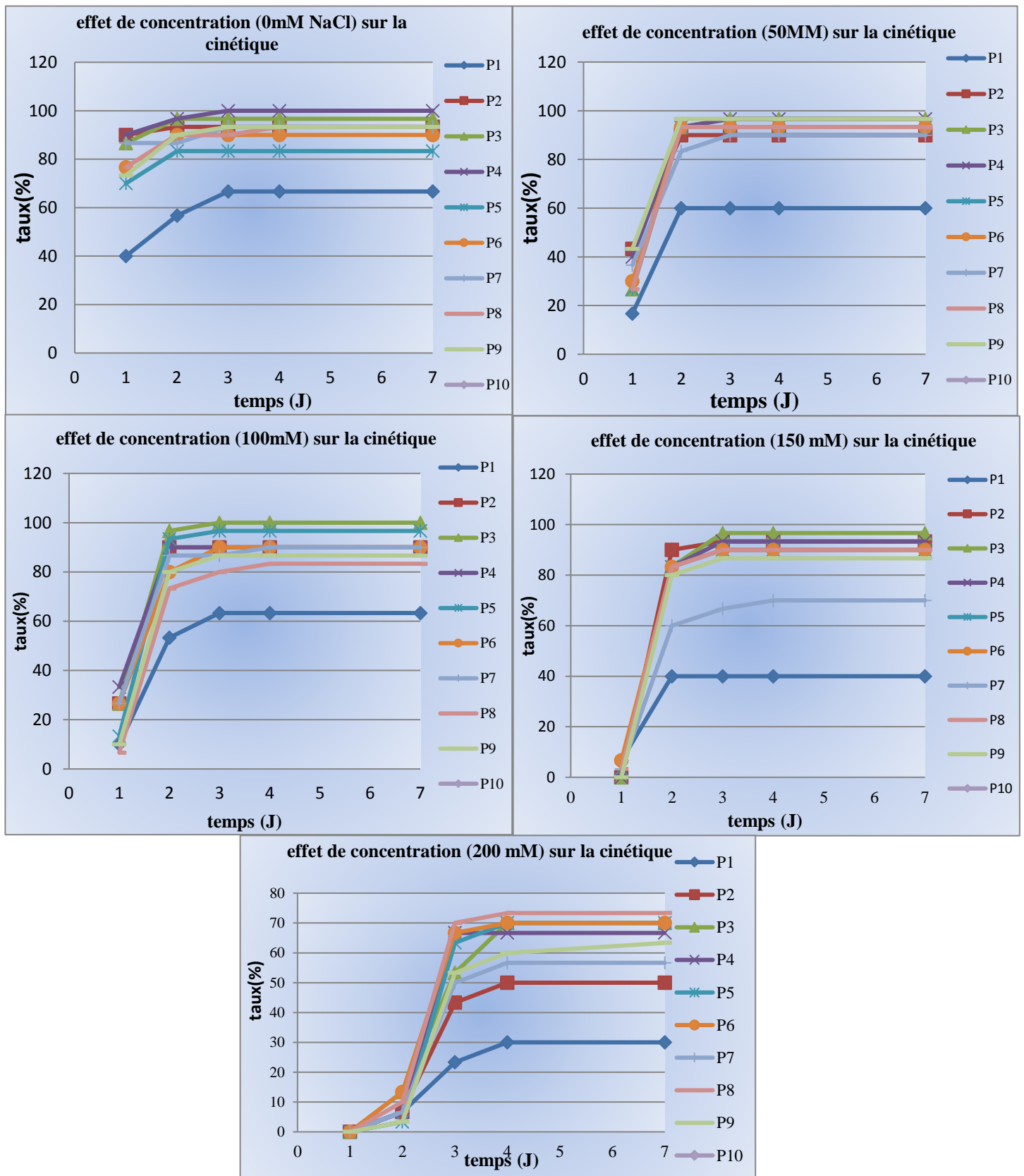
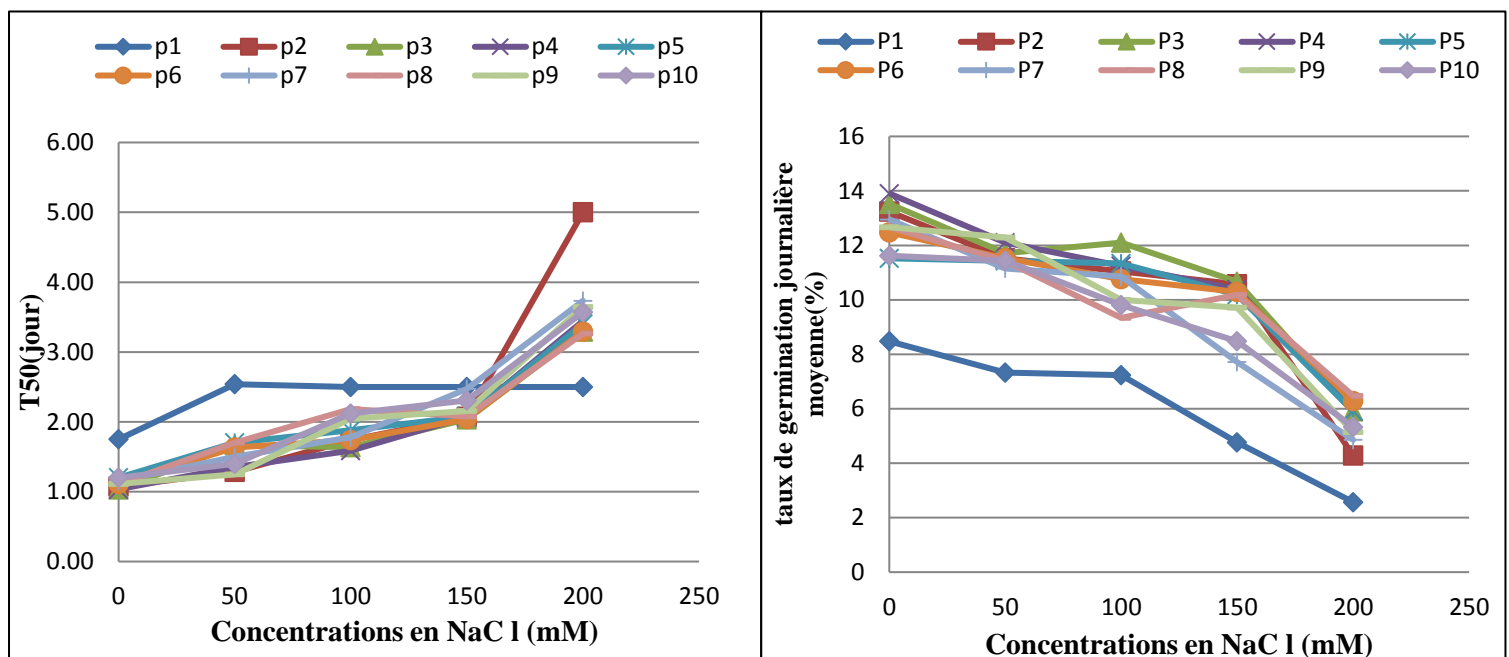


Figure 09 : Effets de différentes concentrations de NaCl sur la cinétique de germination de 10 populations de luzerne.

III.2.1. 3.Vitesse de germination et moyenne journalière de germination:

la figure 10, illustre l'effet des concentrations croissantes de NaCl sur la vitesse de germination exprimée par le temps moyen de germination. Les résultats obtenus montrent que pour toutes les variétés étudiées, l'augmentation de la concentration en NaCl provoque une augmentation du temps moyen de germination (T50) à l'exception de Megganine (P1) qui s'est stabilisé à 2.5 jours à partir de la concentration T1 jusqu'à la concentration T5. Le reste des populations se sont comportées relativement de la même manière quelque soit la concentration saline appliquée.



(A)

(B)

Figure10 : Effets de différentes concentrations de NaCl sur le temps moyen de germination t50 (A) et la moyenne journalière de germination (B) des populations de luzerne étudiées.

Le retard à la germination des graines ainsi que la diminution de la moyenne de germination journalière de l'ensemble des génotypes avec l'augmentation de la concentration saline est expliqué par le temps nécessaire à la graine de mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne.

La moyenne journalière de germination est influencée par l'accroissement de la concentration saline du milieu et chute brusquement au fur et à mesure que la concentration augmente. A l'exception de Megganine qui a donnée la moyenne la plus faible quelque soit la concentration du milieu, les autres populations ont données des valeurs très proches.

III.2.1.4. Taux d'apparition des feuilles

Les résultats obtenus montrent clairement l'influence de l'élévation de la concentration saline (figure 11) sur la variation d'apparition des feuilles cotylédonaire.

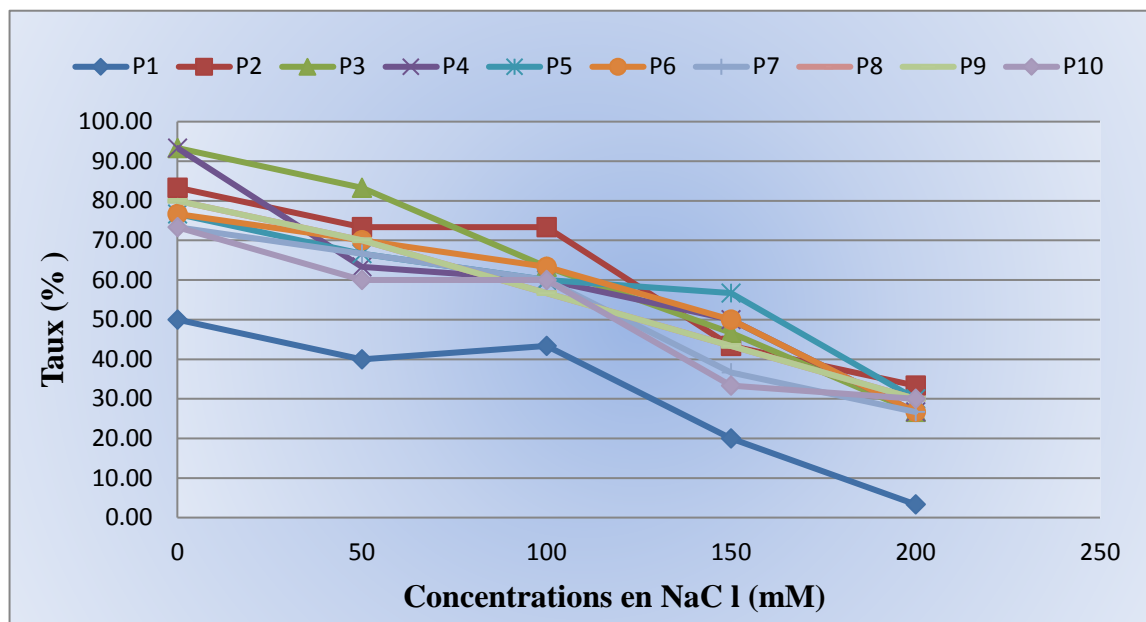


Figure 11 : Variation du taux d'apparition des feuilles des différentes populations de luzerne en fonction des concentrations en NaCl

L'allure de la courbe d'apparition des feuilles montre que pour l'eau distillée le taux le plus élevé a été enregistré chez la population Janet et Temacine avec 93,33%, alors que le taux le plus faible a été noté chez la population Megganine avec 50%. Toutes les populations commencent à donner des taux de plus en plus faible au fur et mesure que la concentration saline du milieu augmente et la population la plus affectée est Megganine avec une réduction sévère de l'ordre de 93,34% (annexe3).

III.2.1.5. Réversibilité de l'action du sel

Les paramètres étudiés précédemment ont montré que le sel exerce à fortes doses un effet dépressif sur la germination des graines des population de luzerne étudiées. Cette inhibition peut être osmotique et/ou toxique.

Dans la mesure où elle est d'origine osmotique, on devrait s'attendre à une reprise de la germination après levée de cette contrainte. Par contre, si des phénomènes de toxicité ionique interviennent, on peut prévoir l'absence de cette reprise de germination.

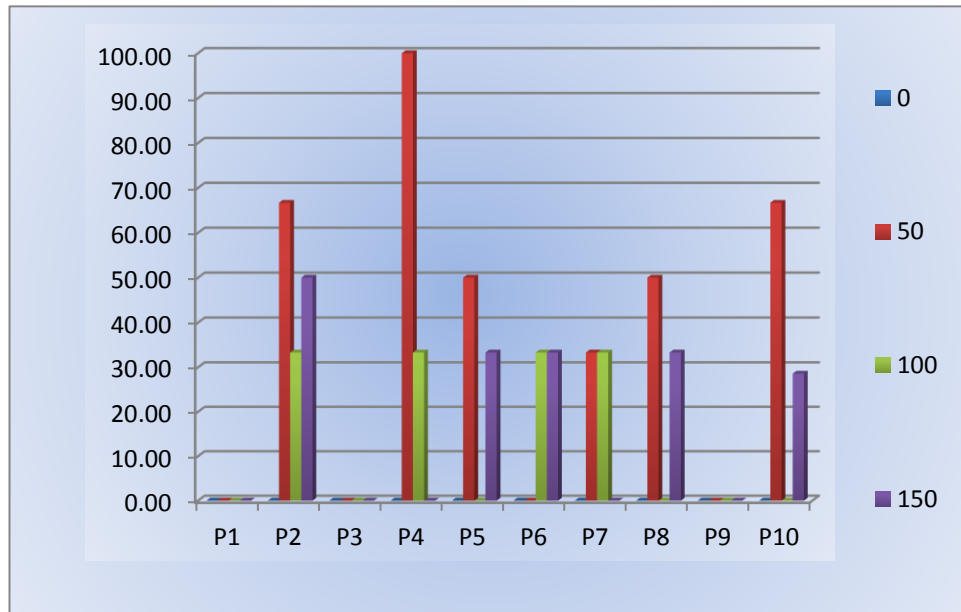


Figure 12 : Taux de germination des graines mises à germer sur milieu témoin mais après prétraitement avec NaCl.

A l'exception des populations Megganine (P1), Janet (P3) et Guemar qui n'ont pas réussi à renverser l'effet du sel, le reste des populations ont plus ou moins germées pour atteindre un taux de 100% comme c'est le cas pour la population Temacine (P4).

III.2.2. Résultats du deuxième essai

III.2.2.1. Analyse de variance

III.2.2.1.1. Analyse des paramètres physiologiques

A /Effet du stress sur la teneur relative en eau des feuilles (TRE)

Les résultats obtenus pour la teneur relative en eau des feuilles montrent une variation assez consistante avec une moyenne de 63,11%. Les valeurs les plus importantes ont été notées chez la population Janet (75,90 %) alors que la moyenne la plus faible a été relevée chez Toujjine (55,99 %).

Tableau n°3 : Analyse de variance de la teneur relative en eau des feuilles (TRE).

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN. |
|-----------------------|----------|-----|----------|--------|---------|-------|
| VAR.TOTALE | 36571,24 | 99 | 369,406 | | | |
| VAR.POP | 4694,525 | 9 | 521,614 | 2,158 | 0,04164 | * |
| VAR.STRESS | 2598,434 | 4 | 649,608 | 2,688 | 0,04152 | * |
| VAR.POP*STRESS | 16101,41 | 36 | 447,261 | 1,85 | 0,02266 | * |
| VAR.BLOCS | 1333,395 | 1 | 1333,395 | 5,517 | 0,02179 | * |
| VAR.RESIDUELLE | 11843,47 | 49 | 241,704 | | | |

L'analyse de variance montre qu'il y a des différences significatives entre les différentes populations pour la teneur relative en eau quelque soit la concentration saline appliquée. L'effet de la contrainte saline sur les différentes populations étudiées a été significatif de même que l'interaction entre l'effet population et l'effet traitement pour le caractère étudié.

La comparaison entre les moyennes (annexe 4) fait ressortir un seul groupe homogène qui regroupe toutes les populations et ainsi un seul groupe homogène regroupe tous les concentrations saline.

L'analyse de la teneur relative en eau, permet de décrire d'une manière globale le statut hydrique de la plante et d'évaluer l'aptitude à réaliser une bonne osmorégulation et de maintenir une turgescence cellulaire (**Midoun, 2015**)

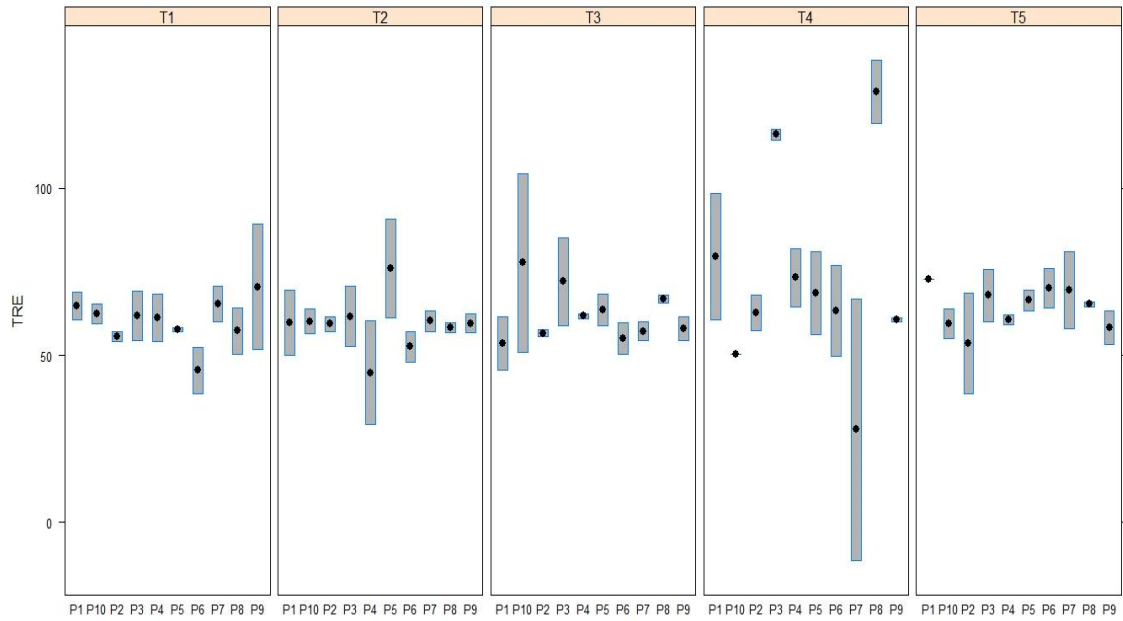


Figure 13 : Comportement des populations de luzerne vis à vis d'un gradient de salinité pour la teneur relative en eau.

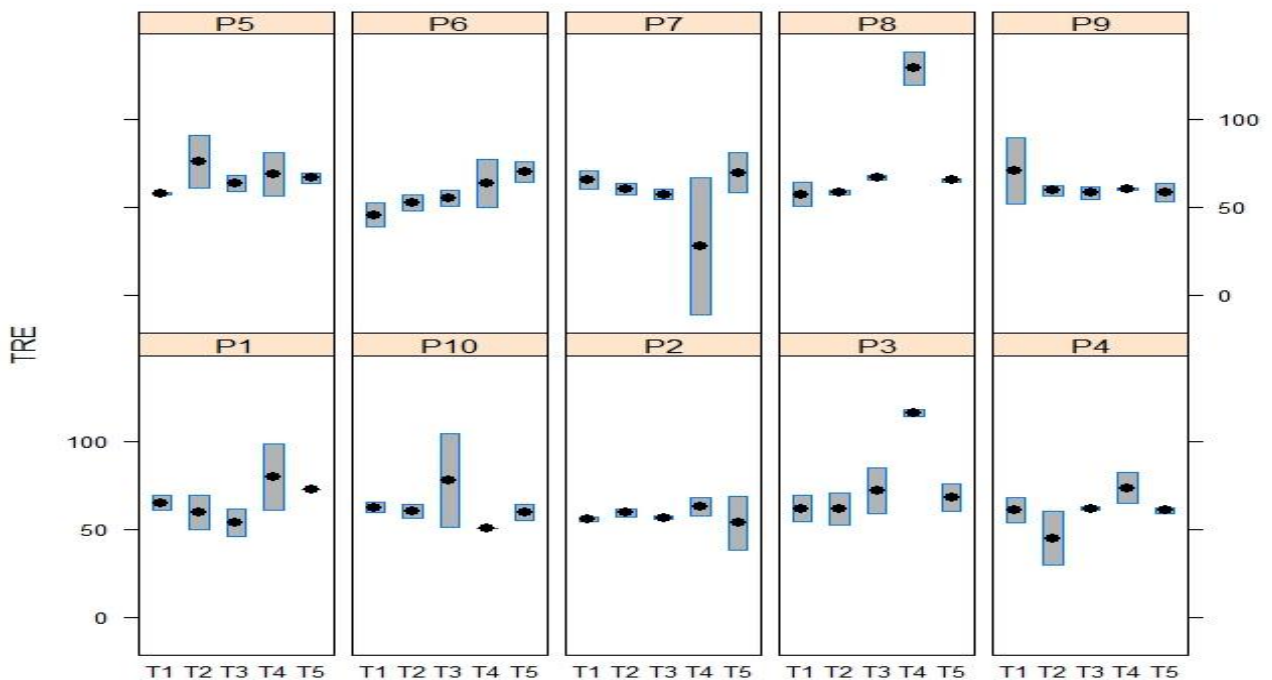


Figure 14 : Comparaison des réponses des populations de luzerne à différentes concentrations en NaCl pour la teneur relative en eau.

La régulation stomatique constitue le principal mécanisme du contrôle instantané des pertes en eau. La chute de la transpiration, qui suit la fermeture stomatique, favorise le rééquilibrage des bilans hydriques de la plante

La teneur relative en eau est étroitement corrélée à l’ajustement osmotique et peut être considérée comme un critère simple de sélection dans un programme d’amélioration génétique, comparé au potentiel hydrique, osmotique ou de turgescence (**Rekika,1997**).

III.2.2.1.2.Paramètre biochimique

A/La Teneur En Sucre

Tableau n°4: Analyse de la variance pour la teneur en sucre soluble (TS).

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN |
|-----------------------|-------|-----|-------|--------|---------|------|
| VAR.TOTALE | 0,193 | 99 | 0,002 | | | |
| VAR.POP | 0,026 | 9 | 0,003 | 1,733 | 0,10616 | NS |
| VAR.STRESS | 0,014 | 4 | 0,004 | 2,139 | 0,0891 | NS |
| VAR.POP*STRESS | 0,069 | 36 | 0,002 | 1,173 | 0,29859 | NS |
| VAR.BLOCS | 0,003 | 1 | 0,003 | 1,875 | 0,17374 | NS |
| VAR.RESIDUELLE | 0,081 | 49 | 0,002 | | | |

Les résultats obtenus sont compris entre 0,025ug/100mg (Megganine) et 0,089ug/100mg (Guemar) (annexe5) L’analyse de variance ne révèle aucune différence significative entre les populations, entre les traitements et aucune interaction entre les facteurs étudiées.

D’après (**Zerrad et al., 2006 ; in Mouellef, 2010**),les sucres solubles sont des indicateurs de degrés de stress, à cause de son importante augmentation lors de la sévérité, les sucres métaboliques (glucose, galactose, saccharose, et fructose) permettent la résistance aux différents stress. Selon (**Hare et al., 1998**) ces principaux semblent jouer un rôle important dans le maintien d’une pression de turgescence qui est à la base des différents processus contrôlant la vie d’une plante.

Les sucres solubles jouent un rôle déterminant dans l’ajustement osmotique, ainsi qu’au niveau de la stabilisation de certaines protéines. L’accumulation des sucres semble induire la gélification du contenu cellulaire en saturant le milieu intracellulaire, ce

phénomène permettant d'éviter la cristallisation des molécules contenues dans la cellule, et donc limite les dommages au niveau des structures cellulaires (Dubos, 2001).

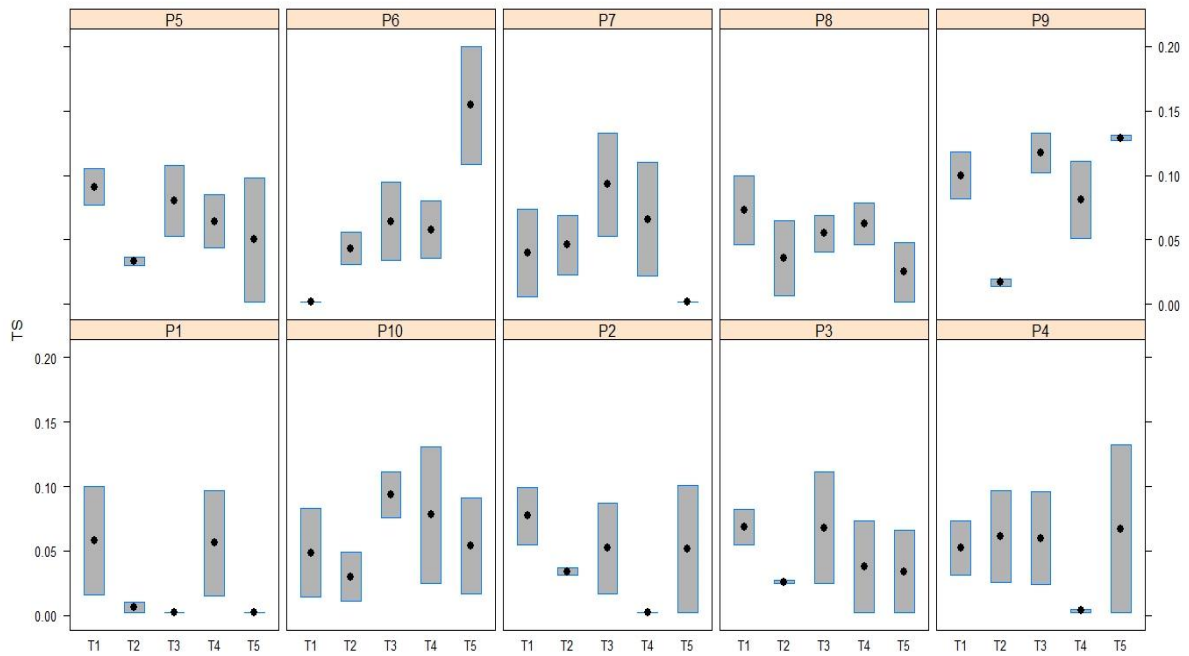


Figure 15 : comportement de chaque population de luzerne vis à vis d'un gradient de salinité pour la teneur en sucre soluble

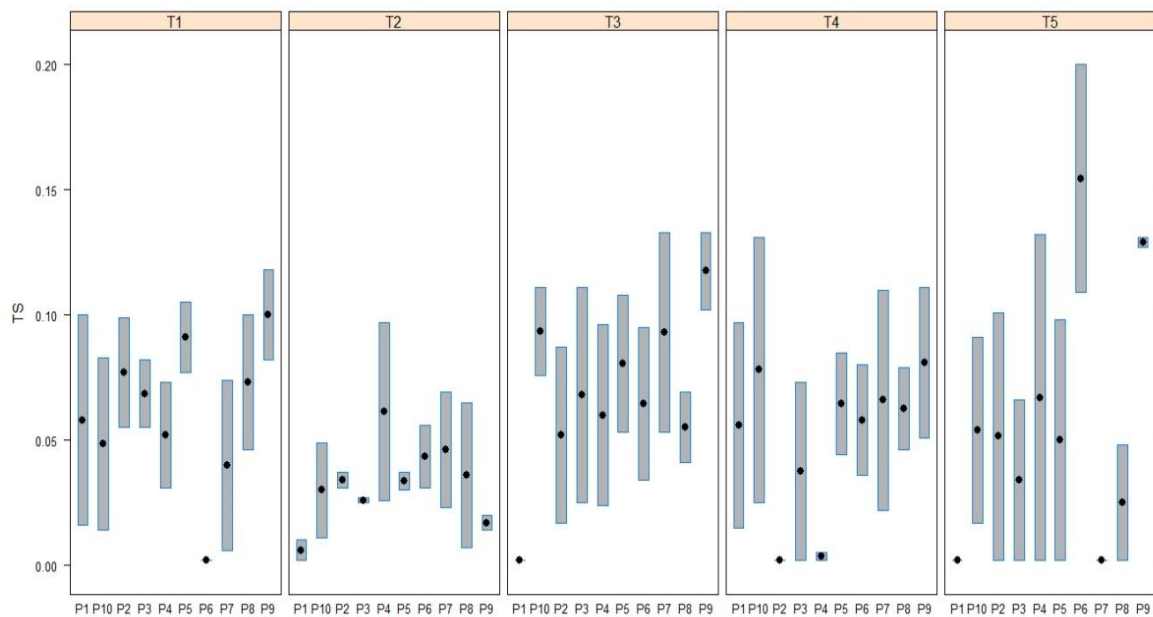


Figure 16 : comparaison des populations de luzerne dans différentes concentrations en NaCl pour la teneur en sucre soluble.

III.2.2.1.3. Paramètre morphologique

A/La surface foliaire

Tableau n°5 : Analyse de la variance pour la surface foliaire (mm²) (SF).

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN. |
|-----------------------|----------|-----|----------|--------|---------|-------|
| VAR.TOTALE | 37566,87 | 99 | 379,463 | | | |
| VAR.POP | 5333,594 | 9 | 592,622 | 2,74 | 0,01131 | * |
| VAR. STRESS | 13422,52 | 4 | 3355,631 | 15,516 | 0 | *** |
| VAR.POP*STRESS | 7934,348 | 36 | 220,399 | 1,019 | 0,46953 | NS |
| VAR.BLOCS | 279,125 | 1 | 279,125 | 1,291 | 0,26059 | NS |
| VAR.RESIDUELLE | 10597,28 | 49 | 216,271 | | | |

L'analyse de variance décrite dans le tableau 5, montre qu'il existe des différences très hautement significatives entre les différents traitements salins appliqués et des différences significatives entre les populations étudiées pour la surface foliaire. L'interaction entre les deux facteurs étudiés a été négative.

Le test de Newman et keuls a mis en évidence trois groupes homogènes pour les populations étudiées. Les résultats obtenus sont compris entre 71,46 mm² et 44,48 mm². Le maximum été enregistré par la population Chott Ouargla et le minimum par la population Megganine.

La surface foliaire a été plus élevée en situation non stressée qu'en situation de stress salin, toutes les populations ont réagi de la même manière. la comparaison entre les moyennes pour chaque traitement salin fait ressortir cinq groupes distincts. Plus la concentration du sel augmente plus la surface diminue sensiblement (annexe6).

La réduction de la surface foliaire constitue une forme d'adaptation au stress salin cette réduction n'est pas consistante entre les populations en fonction de l'intensité de stress.

En conséquence à la diminution de la surface foliaire, l'assimilation du carbone photosynthétique est sévèrement réduite. En effet, les composantes stomatiques et non stomatiques reliées aux cycles du CO₂ sont affectés par les sels (Sibole et al.2003).

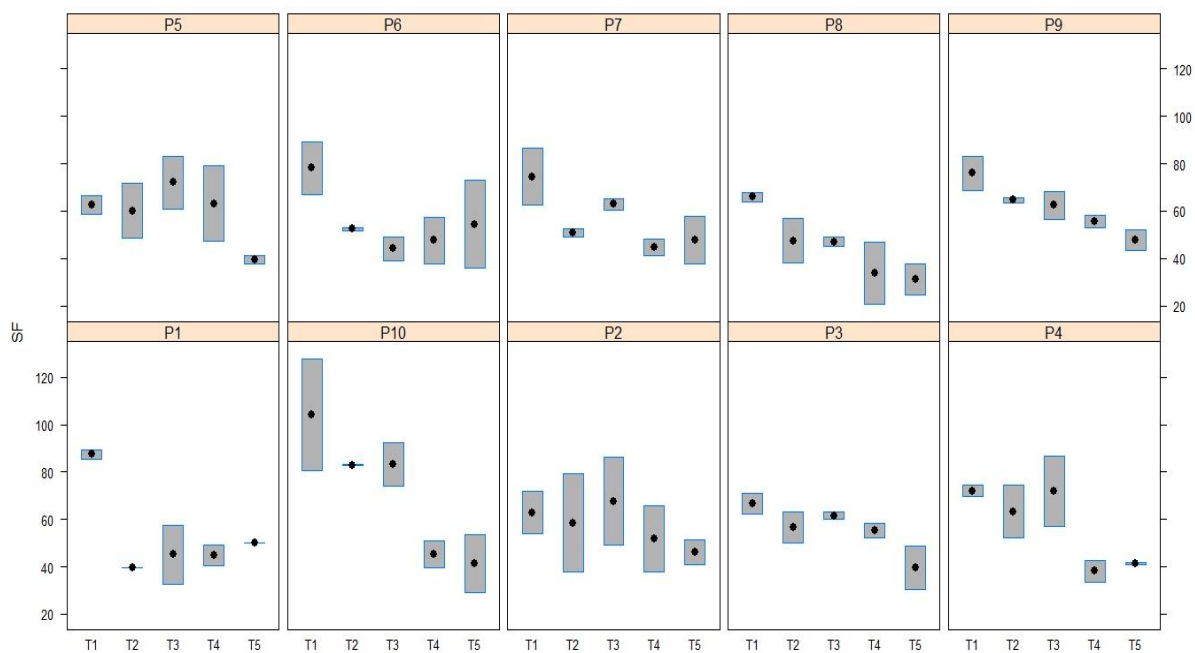


Figure 17 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour la surface foliaire (SF).

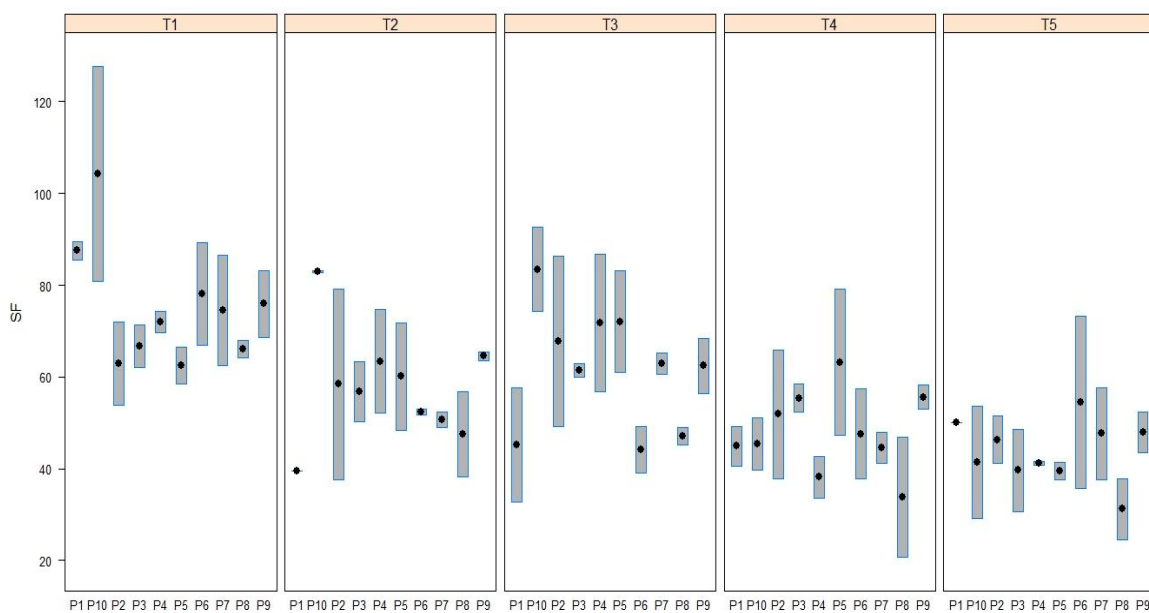


Figure 18 : comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour la surface foliaire (SF).

Les résultats obtenus par (Mahrouz , 2013), à partir de travaux réalisés sur cinq génotypes de blé soumis à un stress modéré et un stress prononcé, ont montré que plus le stress est prononcé, plus est réduite la surface foliaire, exception faite pour une seule variété qui a réagi par une légère augmentation de la surface foliaire.

B/ Le poids spécifique foliaire (PSF)

Tableau n°6 : Analyse de variance du poids spécifique foliaire.

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN. |
|-----------------------|------------|-----|------------|--------|---------|-------|
| VAR.TOTALE | 0,001 | 99 | 0 | | | |
| VAR.POP | 5.558e-05 | 9 | 6.175e-06 | 0,818 | 0,60347 | NS |
| VAR. STRESS | 04.155e-05 | 4 | 1.038e-05 | 2,75 | 0,03807 | * |
| VAR.POP*STRESS | 1.900e-04 | 36 | 4.600e-08 | 1,277 | 0,21061 | NS |
| VAR.BLOCS | 4.600e-08 | 1 | 05.276e-06 | 0,003 | 0,95633 | NS |
| VAR.RESIDUELLE | 02.319e-04 | 49 | 4.934e-06 | | | 0,002 |

Les résultats obtenus sont compris entre 0,0007 mg/cm² et 0,004 mg/cm², l'analyse de variance a montré une différence significative entre les traitements, mais ne montre aucune différence significative entre les populations et ne révèle aucune interaction entre les deux facteurs.

Tableau n°7: Groupes homogènes des traitements du poids spécifique foliaire.

| TRAITEMENT | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES | |
|------------|----------|-------------------|---|
| T0 | 0,007 | A | |
| T2 | 0,006 | A | B |
| T1 | 0,005 | A | B |
| T3 | 0,005 | A | B |
| T4 | 0,004 | | B |

Le test de Newman et keuls (tableau 7) a fait ressortir 3 groupes homogènes pour les traitements appliqués :

Groupe A : la concentration 0 mM (T0)

Groupe B : la concentration 200 mM (T4)

Groupe AB: les concentrations 50, 100 et 150 mM (T1, T2, T3)

Ceci implique que les traitements T1, T2 et T3 ont eu un effet similaire pour le poids spécifique des feuilles et ceci quelque soit la population étudiée, contrairement au traitement T4 (200 mM) qui a provoqué une diminution du poids spécifique des populations. Toutes les populations ont réagi de la même manière quelque soit la concentration saline appliquée.

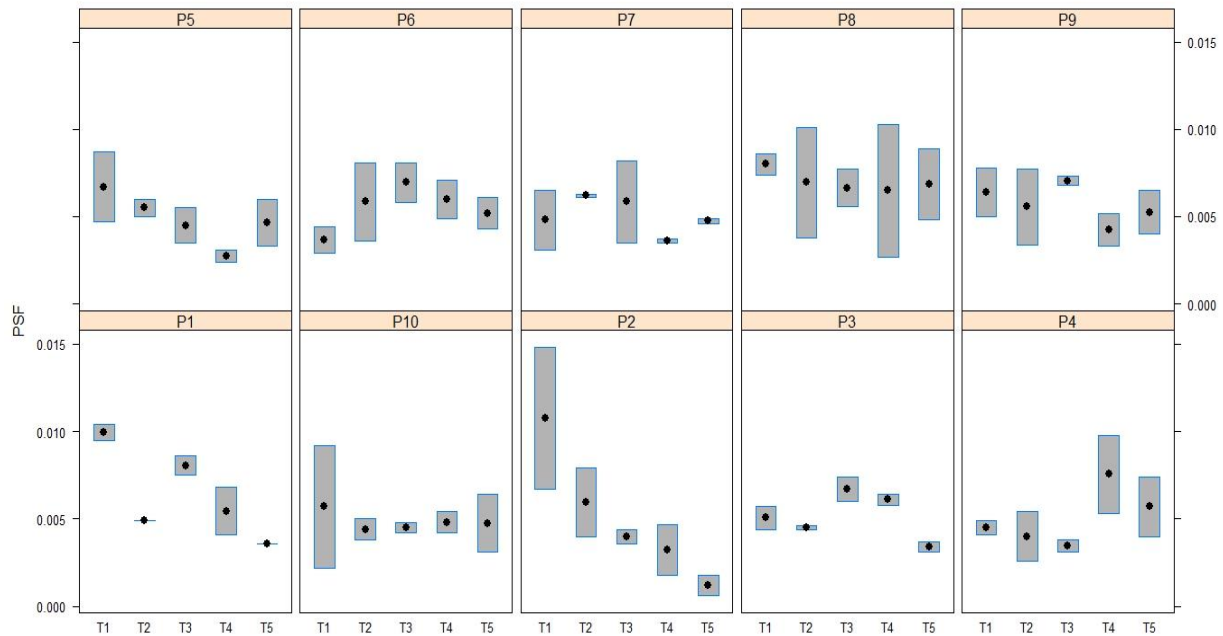


Figure 19 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids spécifique foliaire (PSF)

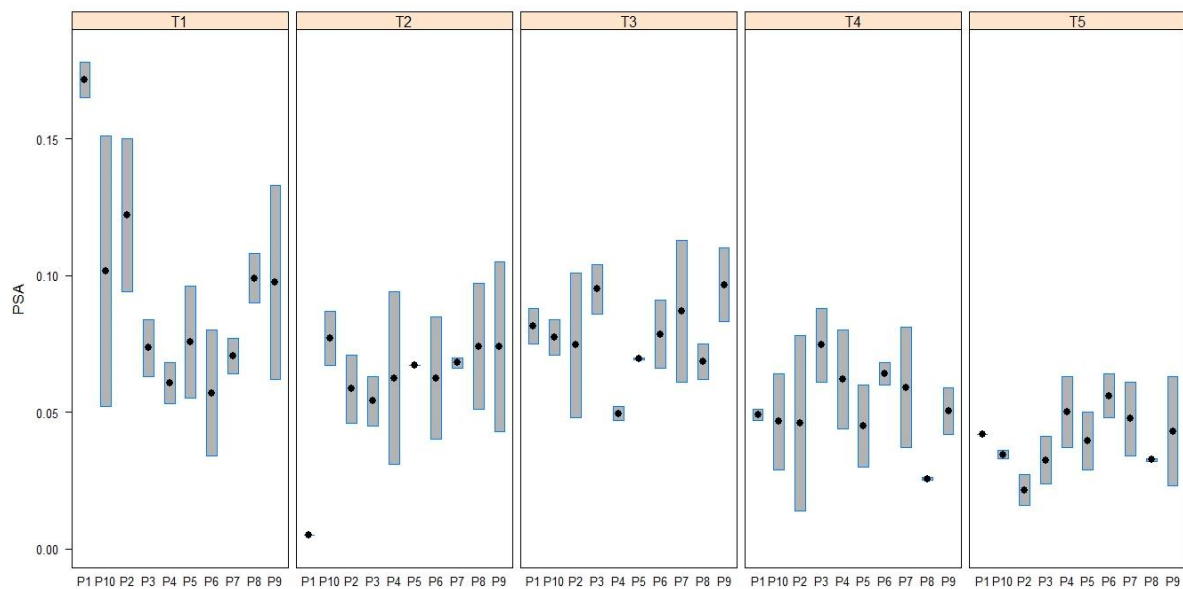


Figure 20 : comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le poids spécifique foliaire (PSF)

C/ longueur de la tige principale (LTP)**Tableau n°8:** Analyse de variance de longueur de la tige principale (LTP)

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN. |
|----------------------------|----------|-----|---------|--------|---------|-------|
| VAR.TOTALE | 2485,449 | 99 | 25,106 | | | |
| VAR.POP | 219,877 | 9 | 24,431 | 1,908 | 0,07251 | NS |
| VAR.STRESS | 915,142 | 4 | 228,786 | 17,867 | 0 | *** |
| VAR.INTERPOP*STRESS | 677,29 | 36 | 18,814 | 1,469 | 0,10444 | NS |
| VAR.BLOCS | 45,697 | 1 | 45,697 | 3,569 | 0,06168 | NS |
| VAR.RESIDUELLE | 627,443 | 49 | 12,805 | | | |

L'analyse de variance a montrée des différences très hautement significatives entre les différents traitements salins appliqués pour le paramètre hauteur de la tige principale. L'effet population n'a pas été significatif, de même que l'interaction entre les deux facteurs étudiés. Les populations de luzerne réagissent de la même manière d'une concentration à une autre et celles qui ont développé des tiges plus longues en T0 ont gardées le même comportement en T1, T2, T3 et T4. La longueur de la tige principale a varié entre 8,5 (TEM) et 29 cm (Chott) (annexe 7).

Tableau n°9: Groupes homogènes des traitements de longueur de la tige principale (LTP). (Test de Newman Keuls au seuil 5%).

| TRAITEMENT | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES | | | |
|------------|----------|-------------------|---|--|---|
| T0 | 16,64 | A | | | |
| T2 | 12,695 | | B | | |
| T1 | 9,99 | | | | C |
| T3 | 9,03 | | | | C |
| T4 | 8,395 | | | | C |

La comparaison entre les moyennes a fait ressortir 3 groupes homogènes :

Groupe A : la concentration 0 mM (T0)

Groupe B : la concentration 100 mM (T2)

Groupe AB: la concentration 50, 150 et 200 mM (T1, T3, T4)

(Bouchoukh, 2010), la réduction de la croissance semble être associée à une forte accumulation de Na⁺ dans la plante. D'après (ARBAOUI et al., 1999), les sels accumulés dans le sol peuvent limiter ou complètement arrêter la croissance du végétal.

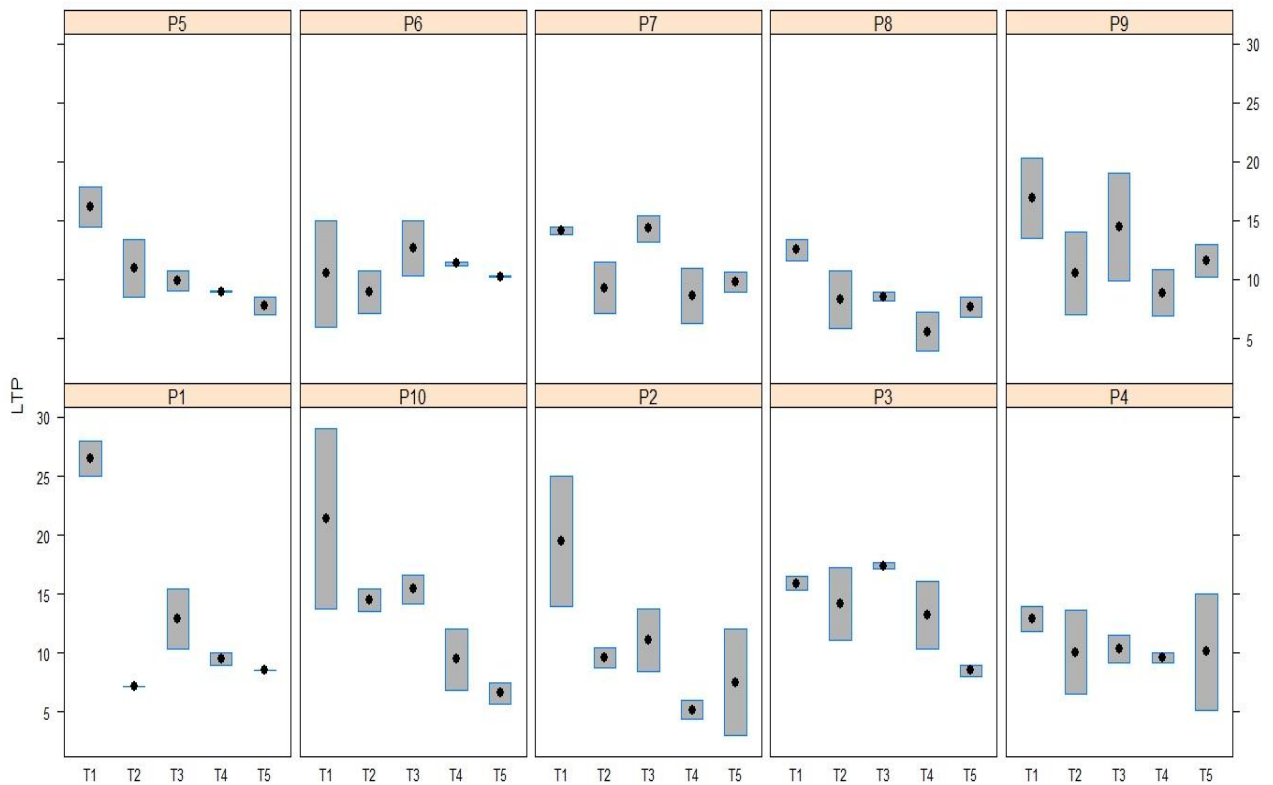


Figure 21 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour la longueur de la tige principale (LTP).

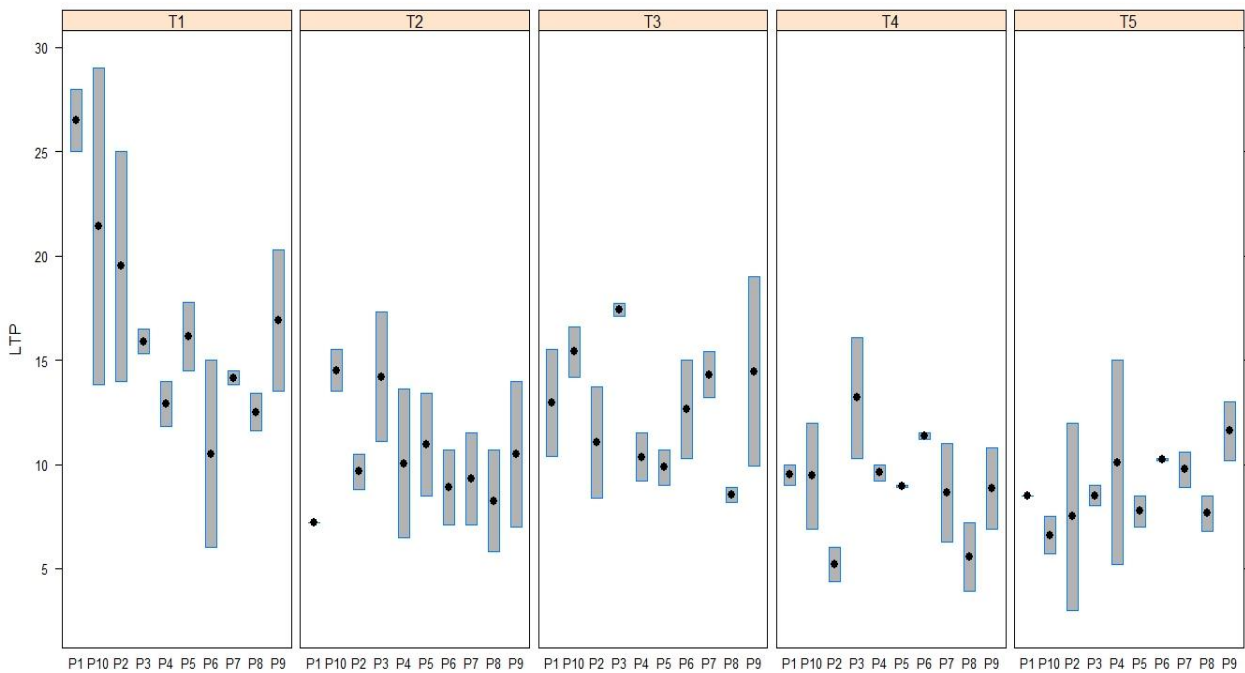


Figure 22: comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour la longueur de la tige principale (LTP).

D/Nombre de feuilles par plante

L'analyse de variance pour le nombre de feuilles par plante (NF) fait ressortir des différences hautement significatives entre les moyennes des différentes populations et un effet très hautement significative pour le stress salin appliqué . Par contre l'analyse ne révèle aucune interaction entre les deux facteurs étudiés.

Tableau n°10: Analyse de la variance de Nombre des feuilles.

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN. |
|-----------------------|--------------|------------|-------------|---------------|--------------|--------------|
| VAR.TOTALE | 1074,11 | 99 | 10,85 | | | |
| VAR.POP | 151,01 | 9 | 16,779 | 2,422 | 0,02308 | * |
| VAR.STRESS | 192,46 | 4 | 48,115 | 6,945 | 0,00019 | *** |
| VAR.POP*STRESS | 391,14 | 36 | 10,865 | 1,568 | 0,07113 | NS |
| VAR.BLOCS | 0,01 | 1 | 0,01 | 0,001 | 0,96809 | NS |
| VAR.RESIDUELLE | 339,49 | 49 | 6,928 | | | |

Les résultats obtenus sont compris entre 12 (Janet) et 7,9 (In Saleh) et les populations se sont regroupées en trois groupes homogènes :

Groupe A : JANET

Groupe B : TEM HASSI NEZLA TOUI TEM GUEM CHOTT

Groupe AB: MEGG IN SAL

La comparaison entre les moyennes des différents traitements salins appliqués fait ressortir trois groupes distincts :

Groupe A : T0, T2

Groupe AB : T1

Groupe B : T4, T3 (annexe8)

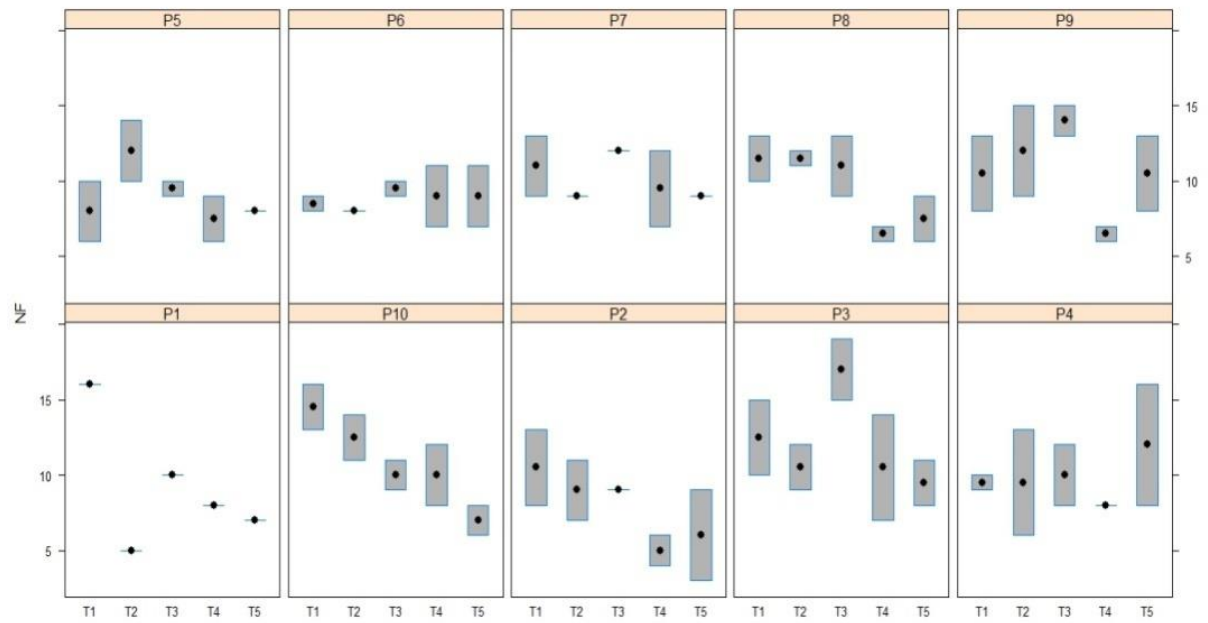


Figure 23 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le nombre des feuilles (NF).

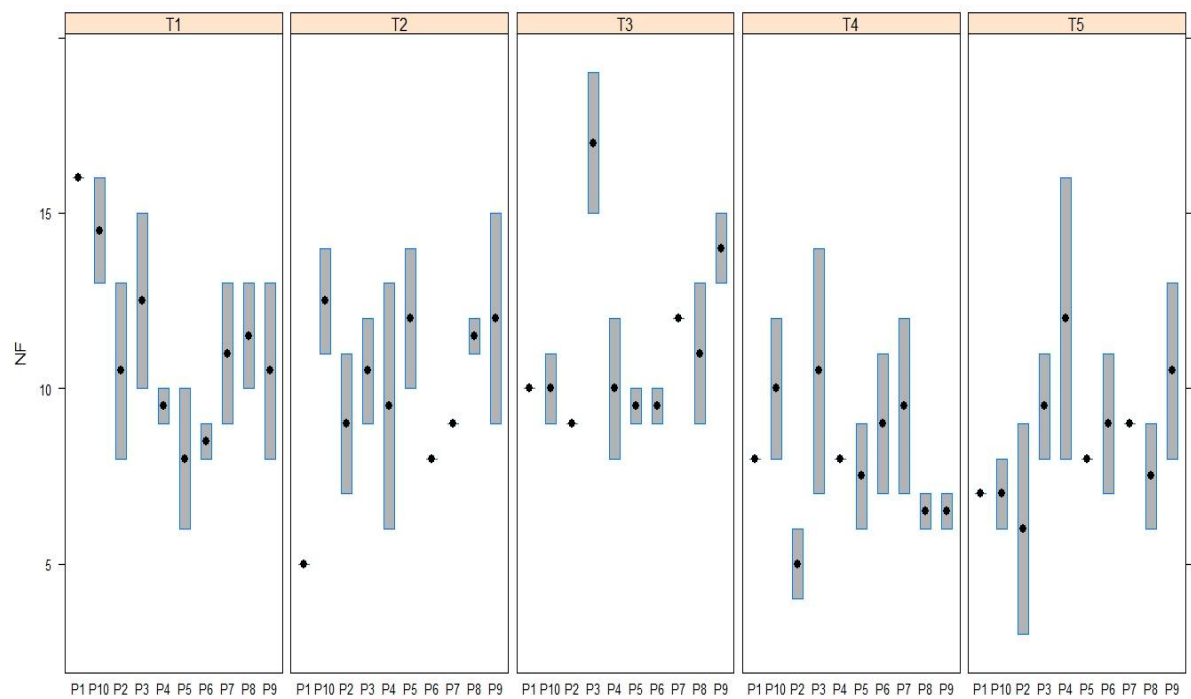


Figure 24: comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le nombre des feuilles.

E/ Nombre d'entre nœuds

L'analyse de variance pour le nombre d'entre nœuds montre des différences significatives entre les dix populations de luzerne (tableau 11). Ces dernières se sont regroupées en trois groupes homogènes (tableau 13). Le groupe A concerne la population GUEM avec 6.4 entre-nœud alors que le groupe B concerne la population MEGG avec 4.6 entre-nœuds. Le reste des populations ont des valeurs intermédiaires et sont rassemblées dans le groupe AB.

L'analyse de variance pour le facteur stress salin a fait ressortir un effet très hautement significatif et quatre groupes homogènes se sont formés pour les niveaux de stress appliqué (tableau 12).

L'interaction entre les deux facteurs étudiés a été significative ce qui implique que les populations qui avaient un nombre d'entre-nœud élevé en condition de contrôle ou de concentration réduite de sel ont diminuées leurs nombre d'entre nœuds après que la concentration saline du milieu s'est accentuée alors que d'autres populations ont eu un comportement contraire.

Tableau n°11 : Analyse de la variance de nombre d'entre nœuds.

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN. |
|-----------------------|--------|-----|--------|--------|---------|-------|
| VAR.TOTALE | 273,04 | 99 | 2,758 | | | |
| VAR.POP | 28,64 | 9 | 3,182 | 2,272 | 0,0323 | * |
| VAR.STRESS | 83,14 | 4 | 20,785 | 14,838 | 0 | *** |
| VAR.POP*STRESS | 92,26 | 36 | 2,563 | 1,829 | 0,02471 | * |
| VAR.BLOCS | 0,36 | 1 | 0,36 | 0,257 | 0,62035 | NS |
| VAR.RESIDUELLE | 68,64 | 49 | 1,401 | | | |

Tableau n°12: Groupes homogènes des traitements pour le nombre d'entre nœuds.

| Traitement | Moyennes | Groupes homogènes | | |
|------------|----------|-------------------|---|---|
| T0 | 7 | A | | |
| T2 | 6,3 | A | B | |
| T1 | 5,55 | | B | C |
| T4 | 4,7 | | | C |
| T3 | 4,65 | | | C |

Tableau n°13: Groupes homogènes des populations de Nombre d'entre nœuds

| Population | Moyennes | Groupes homogènes | |
|---------------|----------|-------------------|---|
| GUEM | 6,4 | A | |
| TEM | 6,3 | A | B |
| JANET | 6,2 | A | B |
| TOUI | 5,7 | A | B |
| CHOTT | 5,6 | A | B |
| TEM | 5,6 | A | B |
| HASSI | 5,5 | A | B |
| IN SAL | 5,5 | A | B |
| NEZLA | 5 | A | B |
| megg | 4,6 | | B |

Les effets de la salinité se manifestent principalement par une diminution de la croissance de l'appareil végétatif, caractérisé par la faible ramification, le faible diamètre des organes, le nombre réduit des nœuds (NASRI ,2014).

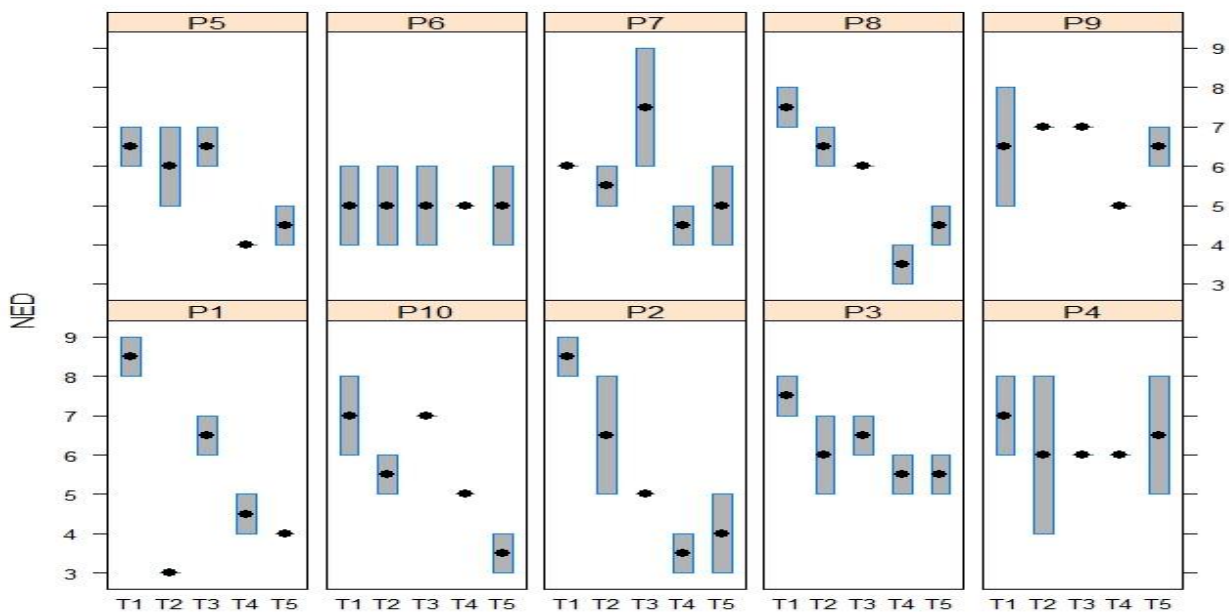


Figure 25: comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le nombre d'entre nœuds.

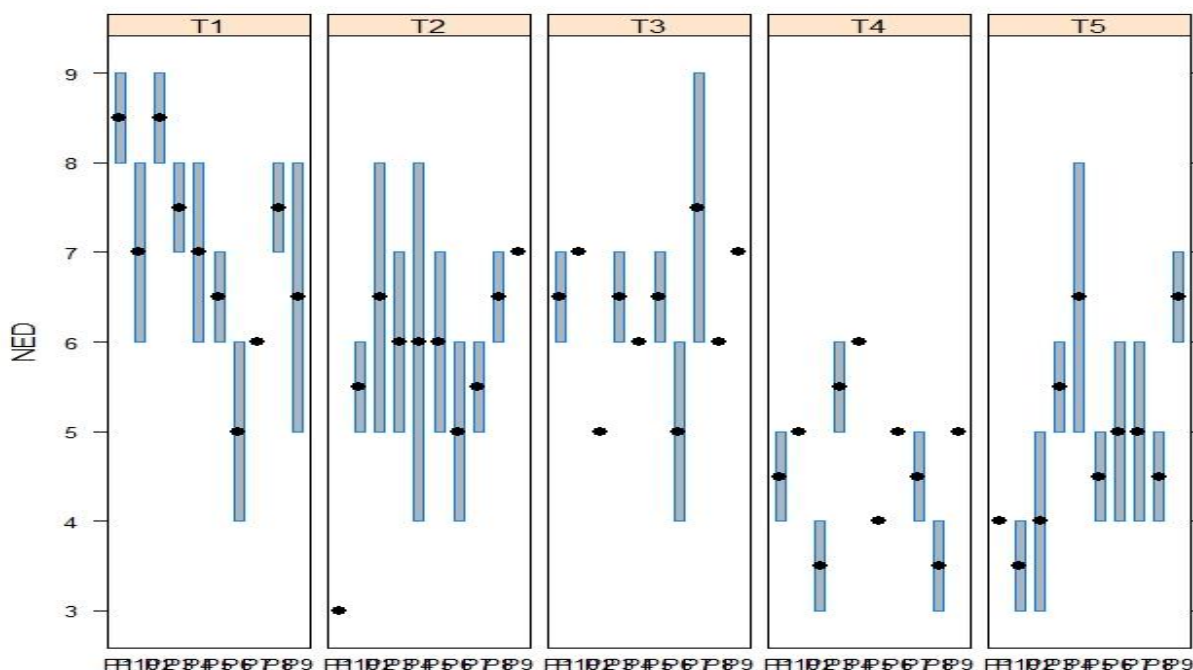


Figure 26: comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le nombre d'entre nœuds.

III.2.2.1.4. Paramètres de biomasse

A/Poids frais aérien

Tableau n°14: Analyse de la variance du poids frais aérienne (PFA).

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN. |
|-----------------------|-------|-----|-------|--------|---------|-------|
| VAR.TOTALE | 2,564 | 99 | 0,026 | | | |
| VAR.POP | 0,066 | 9 | 0,007 | 0,553 | 0,82882 | NS |
| VAR.STRESS | 1,016 | 4 | 0,254 | 19,204 | 0 | *** |
| VAR.POP*STRESS | 0,833 | 36 | 0,023 | 1,75 | 0,03423 | * |
| VAR.BLOCS | 0,002 | 1 | 0,002 | 0,15 | 0,70157 | NS |
| VAR.RESIDUELLE | 0,648 | 49 | 0,013 | | | 0,115 |

L'analyse de variance n'a pas montrée de différences significatives entre les populations de luzerne étudiées, par contre l'effet du stressé salin sur le poids frais aérien a été très hautement significatif. Ceci s'est traduit par le fait que les plantes non stressées ont produit une biomasse plus importante que celle des plantes stressées. L'interaction entre les deux facteurs étudiés a été significative aussi, ce qui signifie que certaines populations qui

avaient développé un poids frais faible en situation non stressante ont réussi à améliorer leurs performances en situation stressante.

Les résultats de l'effet de la contrainte saline sur la production en biomasses fraîches des parties aériennes sont compris entre 0,182 mg et 0,474 mg le maximum a été enregistré pour la population In salah et le minimum pour la population Megganine.

Le test de Newman et Keuls a fait ressortir 5 groupes homogènes, où chaque groupe englobe un traitement particulier (annexe9). Ceci montre clairement que chaque traitement a eu un effet différent sur ce paramètre.

La réduction des biomasses aériennes et racinaires sous l'effet des fortes concentrations en sel a été rapporté chez la luzerne par plusieurs auteurs (**Midoun, 2015**)

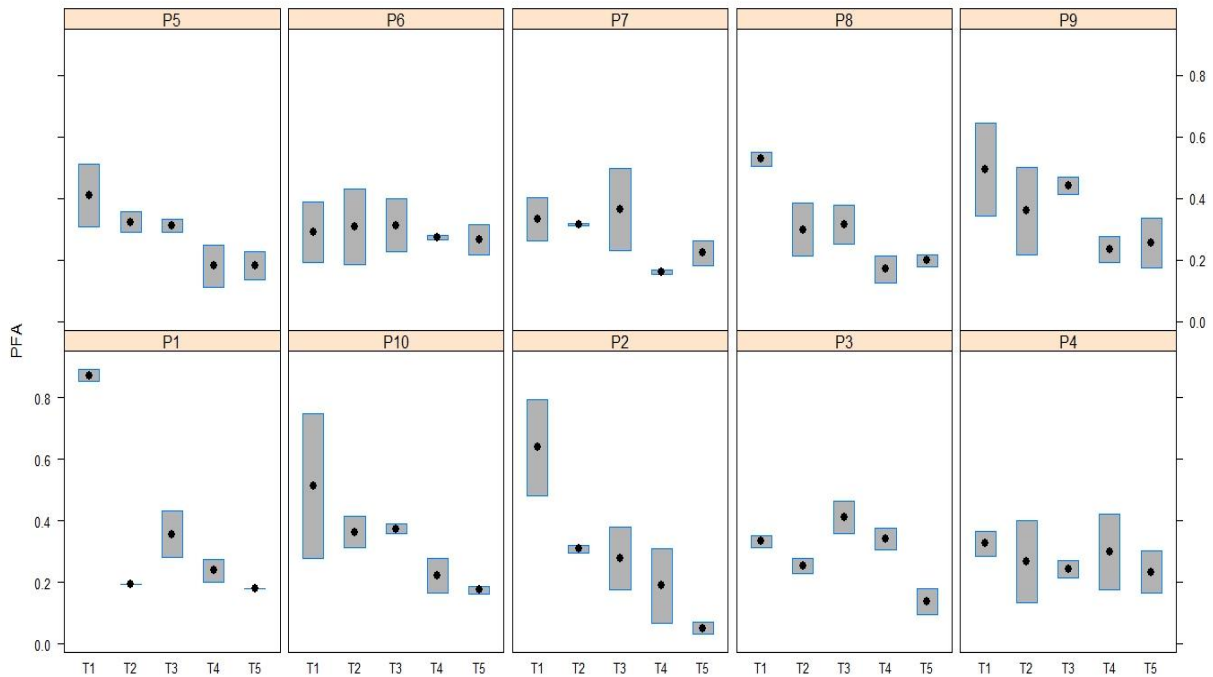


Figure 27: comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids frais aérienne (PFA).

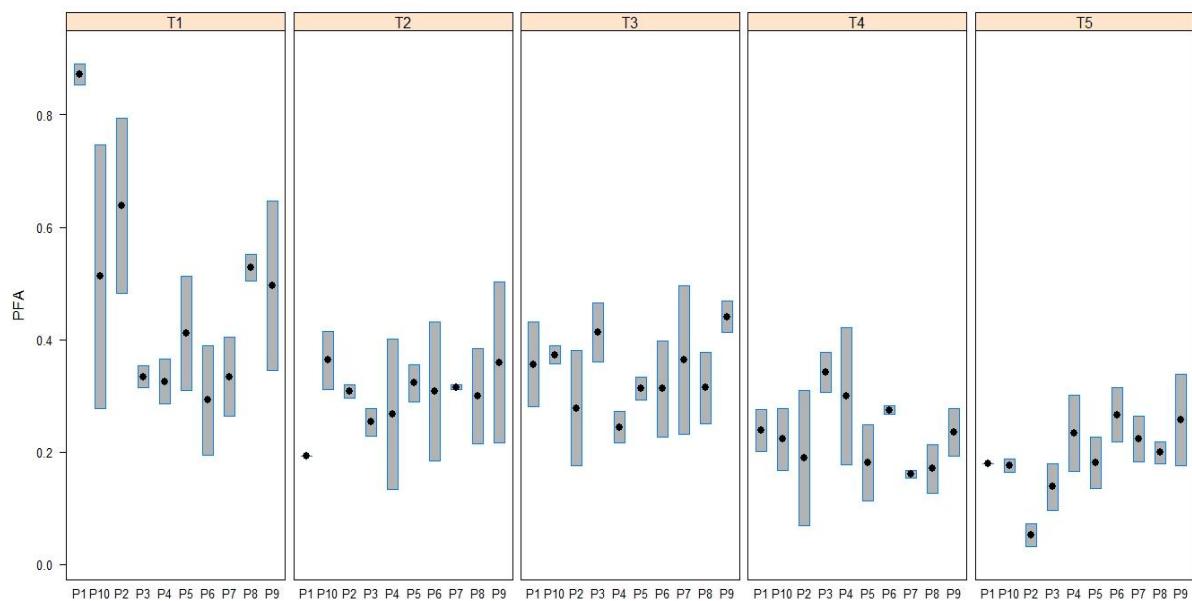


Figure 28: comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le poids frais aérienne (PFA).

B/Poids sec aérien

Tableau n°15: Analyse de variance du poids sec aérien (PSA).

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN. |
|----------------|-------|-----|-------|--------|---------|-------|
| VAR.TOTALE | 0,106 | 99 | 0,001 | | | |
| VAR.POP | 0,002 | 9 | 0 | 0,325 | 0,96216 | NS |
| VAR.STRESS | 0,037 | 4 | 0,009 | 15,131 | 0 | *** |
| VAR.POP*STRESS | 0,037 | 36 | 0,001 | 1,666 | 0,04819 | * |
| VAR.BLOCS | 0 | 1 | 0 | 0,192 | 0,6669 | NS |
| VAR.RESIDUELLE | 0,03 | 49 | 0,001 | | | 0,025 |

Les analyses de variance relatives au poids sec aérien (PSA) ont fait apparaître un effet non significatif de la population. Un effet très hautement significatif pour l'effet stress et une interaction significatif entre les deux facteurs étudiés.

Les résultats obtenus sont compris entre 0,093mg pour le traitement T0 et 0,038 mg pour le traitement T4 avec une réduction de plus de 60%.

La comparaison entre les moyennes des différents traitements à fait ressortir 4 groupes homogènes différents (annexe10).

Cette réduction de la biomasse sèche est en effet une réponse typique des plantes non halophytes à la salinité (MUNNS et TERAAT, 1986 ;NABIL et COUDRET, 1995 in VIEGAS et SILVEIRA ,1999).

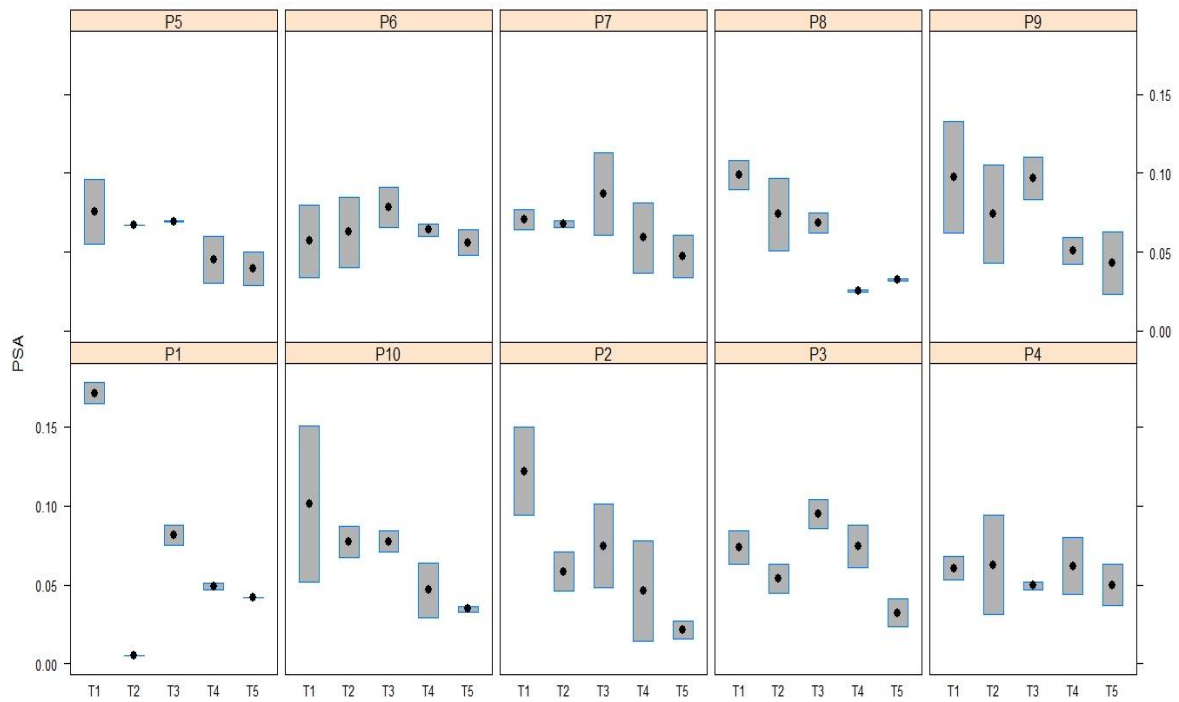


Figure 29: comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids sec aérienne (PSA).

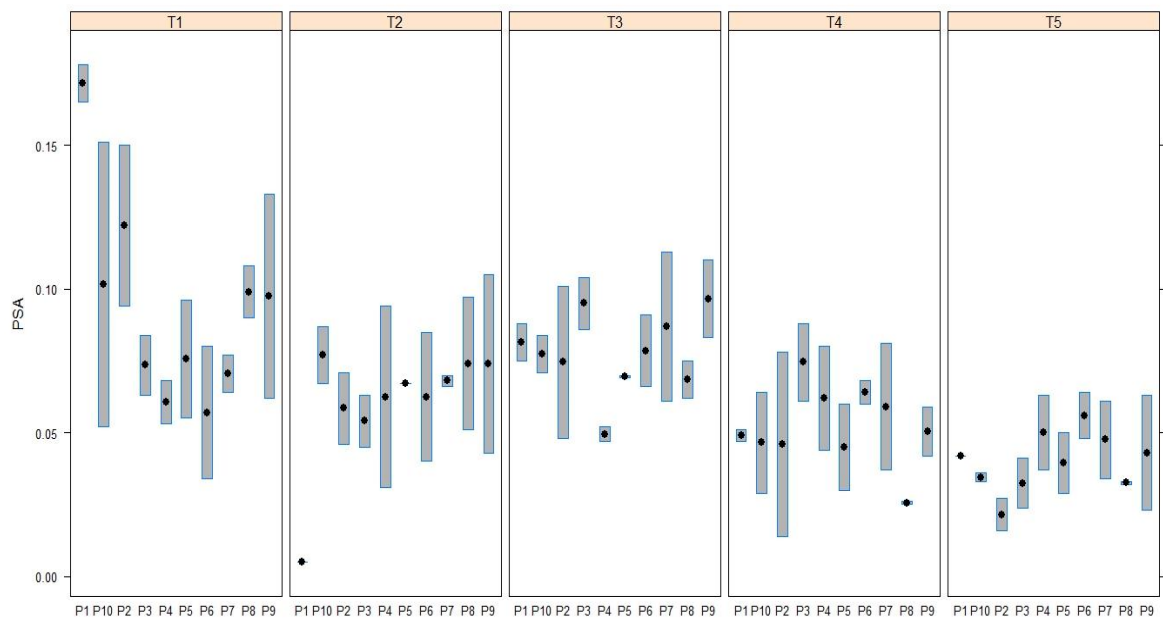


Figure 30: comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le poids sec aérienne (PSA).

C/Poids frais racinaire

L'analyse de variance pour le poids frais racinaires ne montre pas de différences significatives entre les différentes populations étudiées, contrairement au facteur stress salin qui montre des différences très hautement significatives entre les différents traitements salins appliqués.

Tableau n°16: Analyse de la variance du poids frais racinaire (PFR).

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN. |
|-----------------------|-------|-----|-------|--------|---------|-------|
| VAR.TOTALE | 1,13 | 99 | 0,011 | | | |
| VAR.POP | 0,137 | 9 | 0,015 | 1,662 | 0,12361 | NS |
| VAR.STRESS | 0,297 | 4 | 0,074 | 8,109 | 0,00005 | *** |
| VAR.POP*STRESS | 0,23 | 36 | 0,006 | 0,698 | 0,86909 | NS |
| VAR.BLOCS | 0,017 | 1 | 0,017 | 1,858 | 0,17566 | NS |
| VAR.RESIDUELLE | 0,449 | 49 | 0,009 | | | 0,096 |

La comparaison entre les moyennes permet de rassembler les traitements T2, T0 et T1 dans un même groupe et les traitements T3 et T4 dans une autre groupe (tableaux17). La moyenne maximale est enregistrée contre toute attente dans le traitement T2 avec une valeur de 0,227 mg et la moyenne minimale enregistrée dans le traitement T3 avec une valeur de 0,085 mg. Cependant il n'y a pas d'interaction entre les deux facteurs étudiés.

Tableau n°17: Groupes homogènes des traitements du poids frais racinaire (PFR).

| Traitement | Moyennes | Groupes homogènes | |
|------------|----------|-------------------|---|
| T2 | 0,227 | A | |
| T0 | 0,182 | A | |
| T1 | 0,18 | A | |
| T4 | 0,096 | | B |
| T3 | 0,085 | | B |

La résistance du système racinaire au stress salin peut être expliquée par à une diminution de l'allocation du carbone pour la croissance foliaire au profit de la croissance racinaire (Nasri ,2014).

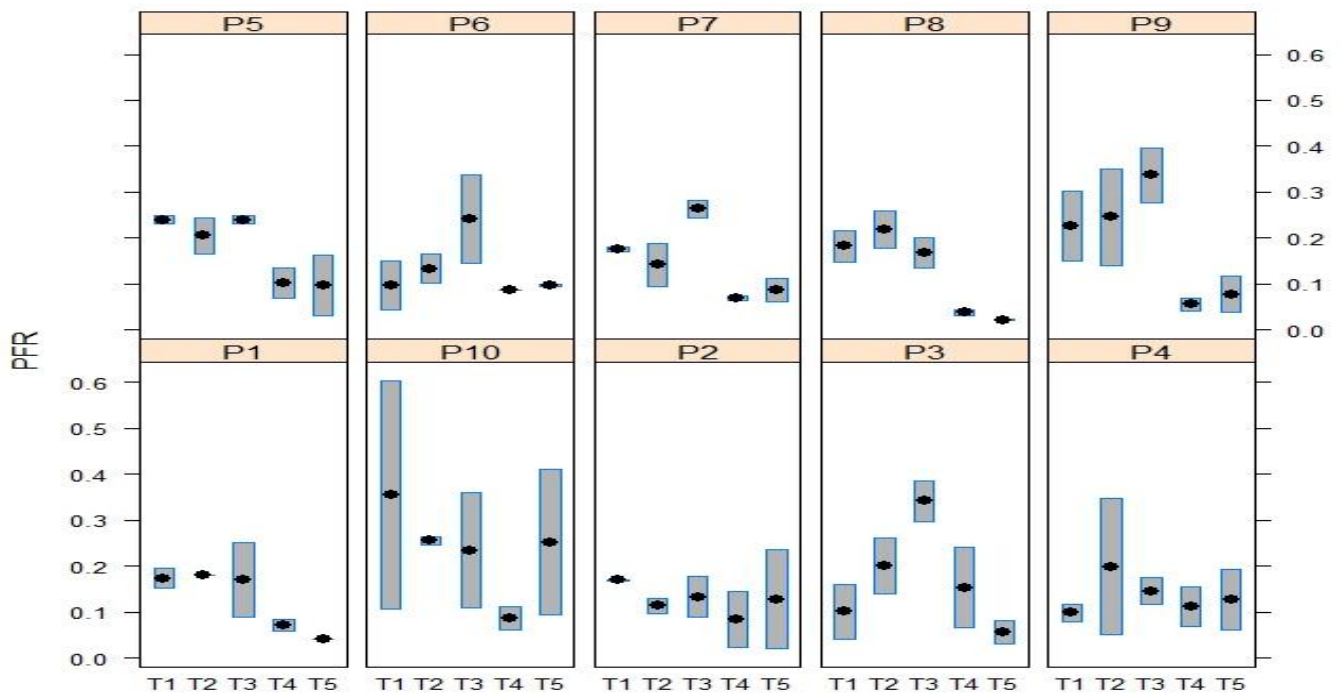


Figure 31: comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids frais racinaire (PFR).

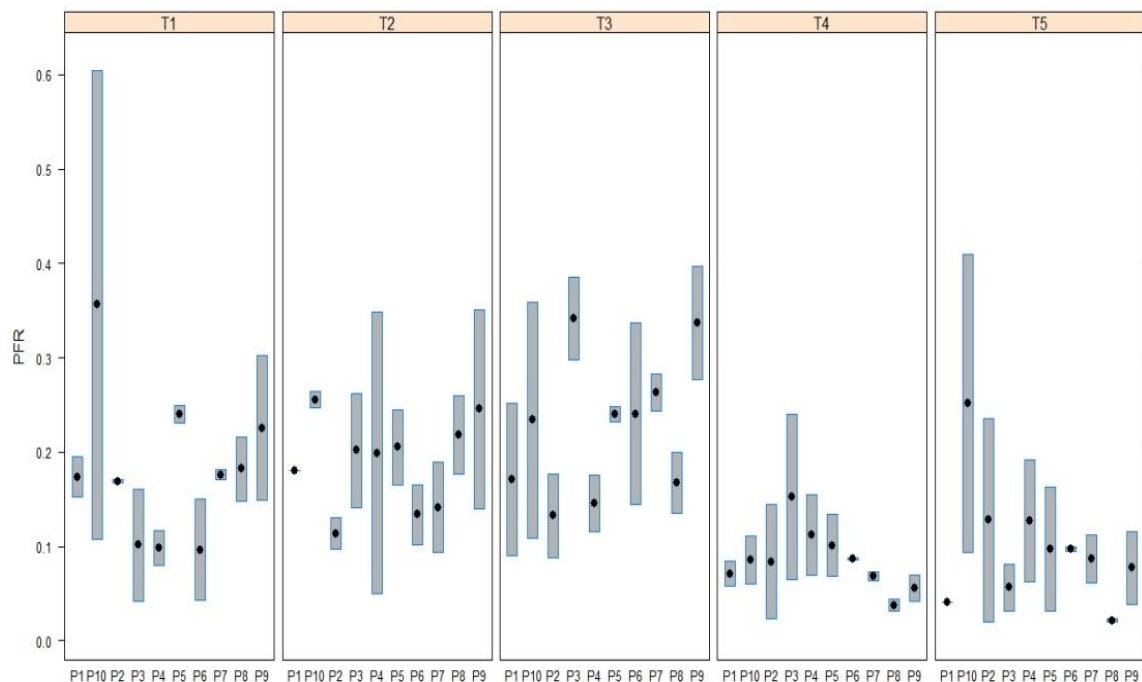


Figure 32: comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le poids frais racinaire (PFR).

D/Poids sec racinaire

Tableau n°18: Analyse de la variance du poids sec racinaire (PSR).

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN. |
|-----------------|---------|-----|--------|--------|---------|-------|
| VAR.TOTALE | 1074,11 | 99 | 10,85 | | | |
| VAR. POP | 151,01 | 9 | 16,779 | 2,422 | 0,02308 | * |
| VAR. STRESS | 192,46 | 4 | 48,115 | 6,945 | 0,00019 | *** |
| VAR. POP*STRESS | 391,14 | 36 | 10,865 | 1,568 | 0,07113 | NS |
| VAR.BLOCS | 0,01 | 1 | 0,01 | 0,001 | 0,96809 | NS |
| VAR.RESIDUELLE | 339,49 | 49 | 6,928 | | | 2,632 |

L'analyse de variance pour le poids sec racinaires montre qu'il y a des différences significatives entre les populations de luzerne étudiées et la comparaison entre les moyennes a permis de mettre en évidence trois groupes homogènes distincts (annexe11). La moyenne la plus élevée a été enregistrée chez la population Janet avec 12 mg et la moyenne la plus faible a été notée chez In Salah avec 7,9 mg avec une différence de plus de 34 %. L'analyse de variance a révélée aussi des différences très hautement significatives entre les différents niveaux de traitements salins appliqués faisant ressortir 3 groupes homogènes. L'interaction entre les deux facteurs étudiés a cependant été non significative.

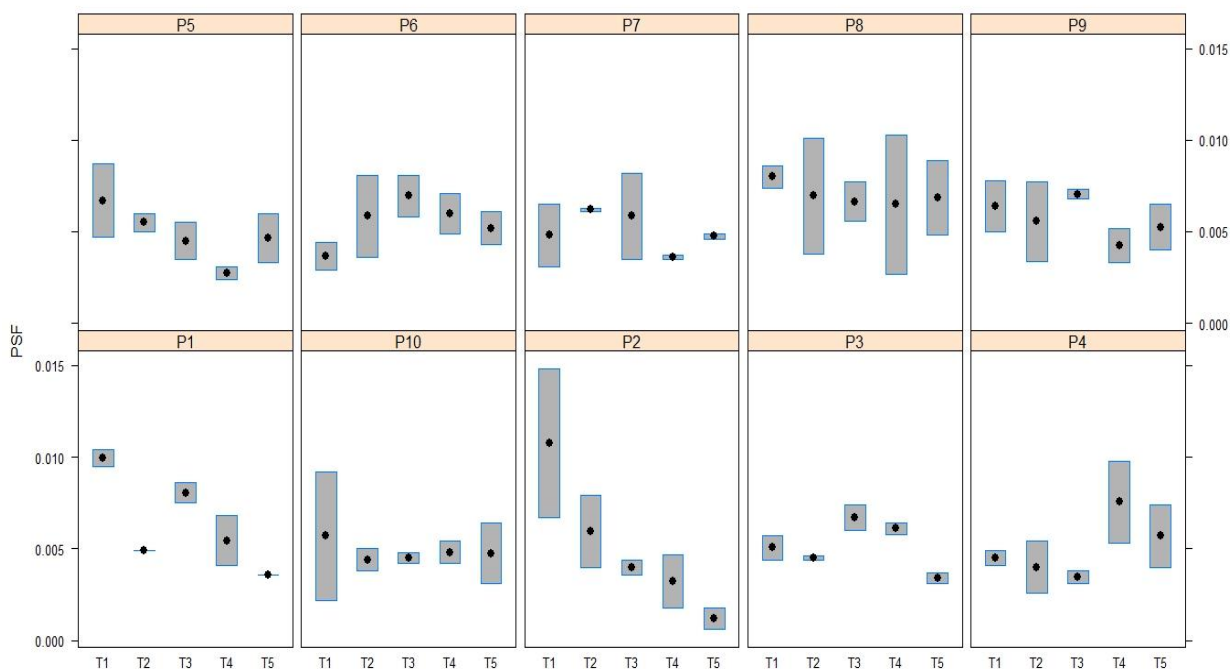


Figure 33: comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids sec racinaire (PSR).

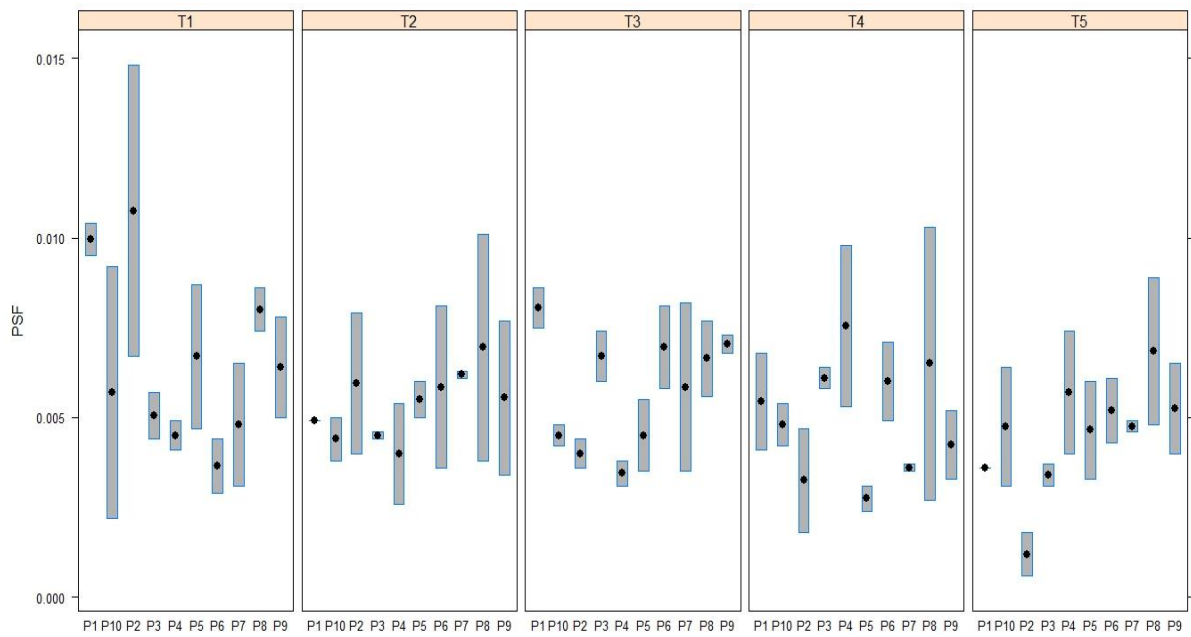


Figure 34: comportement des populations de luzerne dans chaque concentration en NaCl pour le poids sec racinaire (PSR).

E/ Le rapport poids sec aérienne / poids frais aérienne

Tableau n°19: Analyse de la variance du rapport poids sec aérienne / poids frais aérienne (PSA /PFA).

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN |
|-------------------------|--------------|------------|-------------|---------------|--------------|-------------|
| VAR.TOTALE | 0,681 | 99 | 0,007 | | | |
| VAR.POP | 0,103 | 9 | 0,011 | 2 | 0,05919 | * |
| VAR.STRESS | 0,028 | 4 | 0,007 | 1,238 | 0,30696 | NS |
| VAR. POP* STRESS | 0,266 | 36 | 0,007 | 1,286 | 0,20409 | NS |
| VAR.BLOCS | 0,001 | 1 | 0,001 | 0,166 | 0,68791 | NS |
| VAR.RESIDUELLE | 0,282 | 49 | 0,006 | | | 0,076 |

Les résultats obtenus sont compris entre 0,22mg (NEZLA) et 0,282 mg (IN SALAH) (annexe12) L'analyse de variance montre une différence significative entre les populations et ne révèle aucune différence significative entre les traitements et aucune interaction entre les facteurs étudiées.

F/ Le rapport poids sec racinaire / poids frais racinaire

Tableau n°20: Analyse de la variance du rapport poids sec racinaire / poids frais racinaire (PRA /PRA).

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | SIGN |
|-----------------------|--------------|------------|-------------|---------------|--------------|-------------|
| VAR.TOTALE | 36,775 | 99 | 0,371 | | | |
| VAR.POP | 2,819 | 9 | 0,313 | 0,782 | 0,63483 | NS |
| VAR.STRESS | 1,245 | 4 | 0,311 | 0,777 | 0,5478 | NS |
| VAR.POP*STRESS | 12,841 | 36 | 0,357 | 0,89 | 0,63868 | NS |
| VAR.BLOCS | 0,24 | 1 | 0,24 | 0,598 | 0,44897 | NS |
| VAR.RESIDUELLE | 19,63 | 49 | 0,401 | | | 0,633 |

L'analyse de variance ne révèle aucune différence significative entre les populations, entre les traitements et aucune interaction entre les facteurs étudiées.

Les résultats obtenus compris entre P9 (Guemar) P10 (chott Ouargla) 0,245 mg et P6 (Nezla) 0,737 mg.(annexe 12).

III.2.2.2. Analyse en composante principale

Pour avoir une vue d'ensemble sur le comportement des populations de *Medicago sativa* L., nous avons réalisés une ACP sur les 10 populations étudiées avec 13 variables .Le but est de distinguer les populations qui se comportent différemment et celles qui se ressemblent et d'établir des corrélations entre les variables.

Tableau 21 : Valeurs propres avec le pourcentage de variabilité et le pourcentage cumulé porté sur chaque axe

| | Dim.1 | Dim.2 | Dim.3 |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Variance | 4.120 | 2.979 | 2.462 |
| % de variabilité | 31.692 | 22.914 | 18.936 |
| % de variance Cumulée. | 31.692 | 54.606 | 73.542 |

| | corrélation | p. value |
|------------|--------------------|-----------------|
| SF | 0.79 | 0.01 |
| PFR | 0.65 | 0.04 |
| PSF | -0.92 | 0.00 |

Le plan principale est celui formé par l'axe 1, 2, 3 sur lesquels il y à le maximum d'informations (73,542% d'information générale).

III.2.2.2.1. Étude des variables

Les variables qui contribuent le plus à ces axes sont:

- NF, LTP, NED, PFR, PFA, PSR /PFR ont contribué le plus à la formation de l'axe1.

Tableau 22 : Qualité de représentation des variables étudiées sur laxe1

| | corrélation | p. value |
|----------------|--------------------|-----------------|
| NF | 0.82 | 0.00 |
| LTP | 0.76 | 0.01 |
| NED | 0.67 | 0.03 |
| PFR | 0.65 | 0.04 |
| PFA | 0.63 | 0.05 |
| PSR/PFR | -0.64 | 0.04 |

- Pour l'axe 2 : SF, PFR, PS.

Tableau 23: Qualité de représentation des variables étudiées sur laxe2.

| | corrélation | p. value |
|------------|--------------------|-----------------|
| SF | 0.79 | 0.01 |
| PFR | 0.65 | 0.04 |
| PSF | -0.92 | |

Tableau 24 : Qualité de représentation des variables étudiées sur laxe3.

| | corrélation | p. value |
|------------|--------------------|-----------------|
| PSR | 0.74 | 0.01 |
| PSA | 0.67 | 0.04 |

- L'axe 3 formé par : PSR, PSA.

Sur le cercle de corrélation nous trouvons que tous les paramètres qui contribuent à la formation de l'axe 1 (NF, LTP, NED, PFR, PFA,) sont corrélés positivement avec lui, à l'exception de PSR/PFR qui est corrélé négativement.

Sur l'axe 2 les deux variables SF et PFR ont été les plus corrélés avec cet axe (positivement) alors que cette corrélation a été négative avec le variable PSF.

Sur l'axe 3, seulement les variables PSR, PSA ont participées dans la construction de cet axe et leur corrélation a été positive.

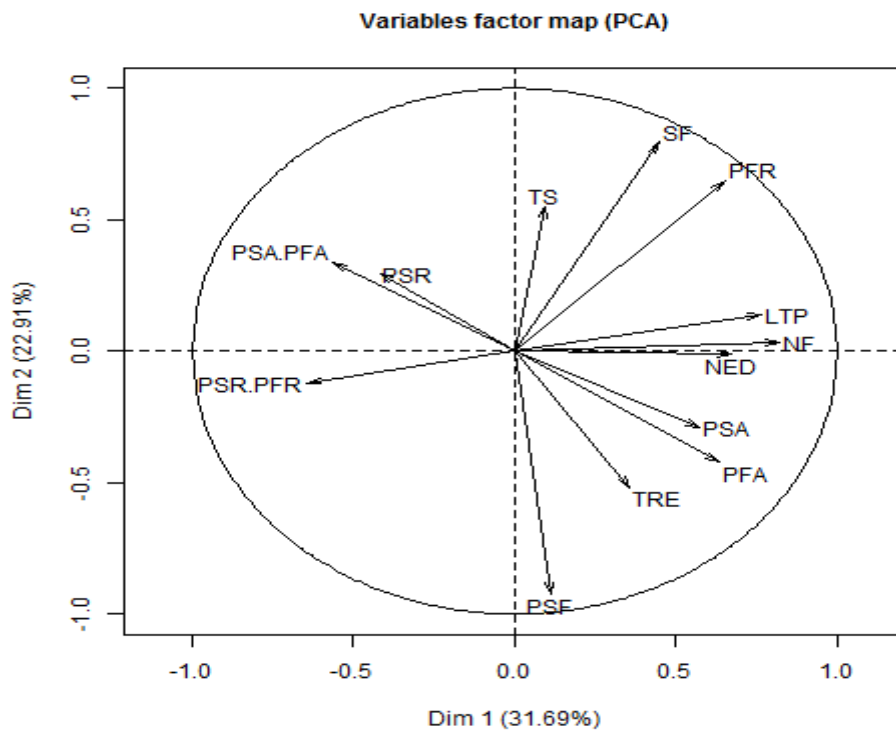


Figure 35 : Cercle de corrélation du plan 1-2

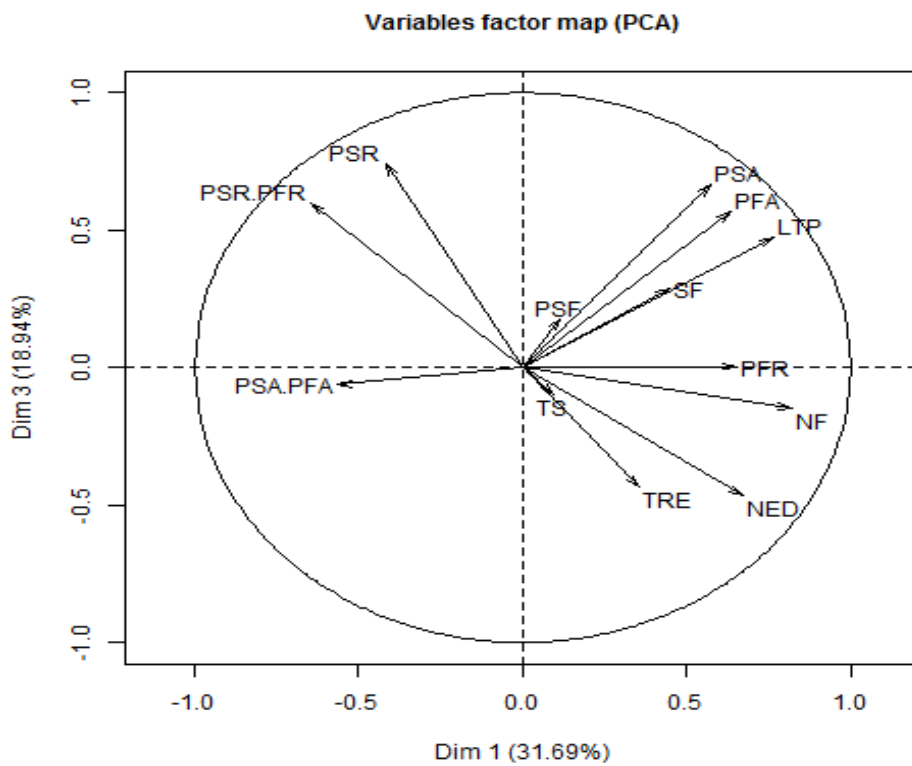


Figure 36 : Cercle de corrélation du plan 1-3

III.2.2.2.2. Étude des graphes des individus

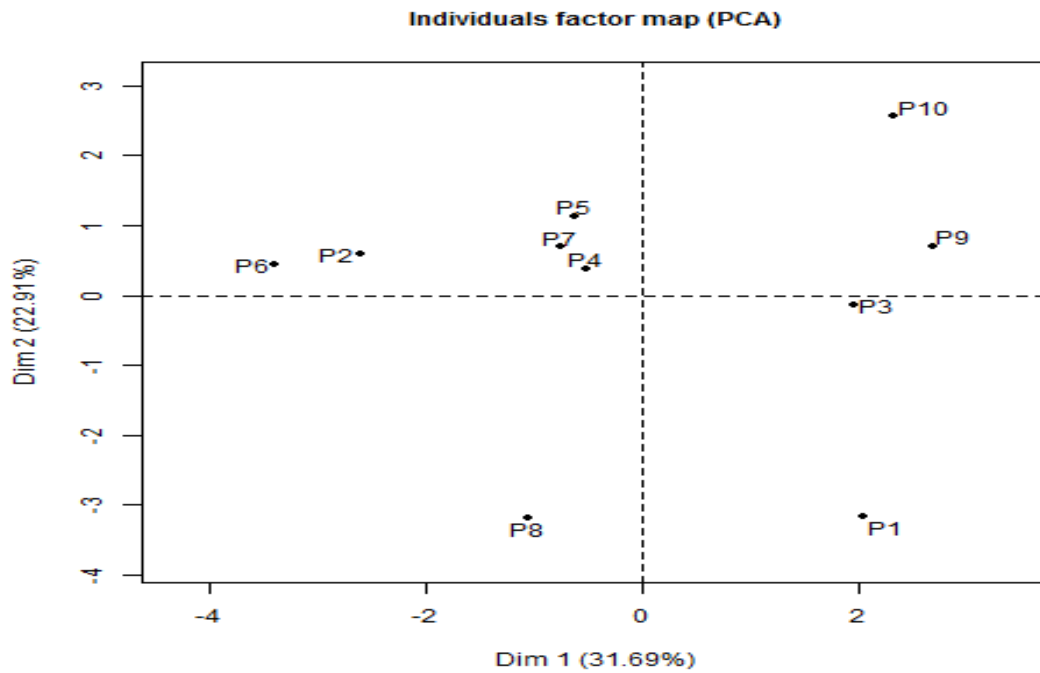


Figure 37 : Analyse en Composantes Principales, Représentation des populations sur le plan 1-2

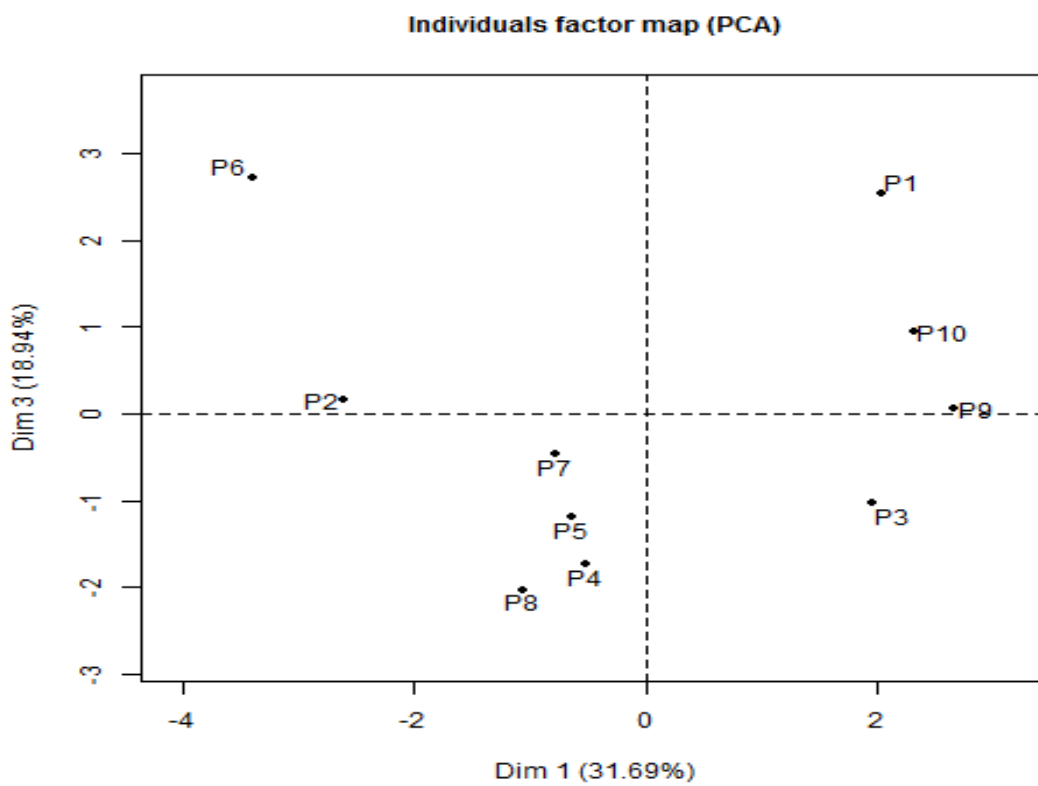


Figure 38: Analyse en Composantes Principales, Représentation des populations sur le plan 1-2

Les populations P1, P10, P9 et P3 (Megganine, Chott Ouargla, Janet, Guemar) sont corrélées positivement à l'axe 1, contrairement aux populations P2 et P6 (Insalh, Nezla) qui sont du coté négatif de l'axe.

Sur l'axe 2, la population Chott Ouargla (P10) est corrélé positivement avec cet axe à l'opposé des populations P1 et P8 (Megganine, Tamentit) qui sont du coté négatif de l'axe.

Sur l'axe 3, Les population P1 et P6 (Megganine et Nezla) sont corrélées positivement avec cet axe, alors que les populations P4 et P8 (Temacine ,Tamentit) sont corrélées négativement.

III.2.2.2.3. Superposition des variables et des individus

L'interprétation des résultats obtenus montrent que les populations Chott Ouargla, Guemar, Megganine, Janet se caractérisent par un nombre de feuilles, nombre d'entre nœuds, longueur de la tige principale et poids frais racinaire et aérien (NF LTP NED PFR PFA) plus élevé en comparaison avec les populations Nezla et Insalah qui se sont distinguées par le rapport poids sec racinaire sur poids frais racinaire et poids sec aérien sur poids frais aérien (PSR /PFR, PSA/PFA) plus important comparativement aux autres populations étudiées.

La population Chott Ouargla (P10) s'est distinguée par sa surface foliaire élevée et un poids frais racinaire importante par contre le poids spécifique des feuilles sont les plus faible. Des résultats opposés ont été enregistrées pour les populations Megganine et Temacine.

Les deux populations Megganine et Nezla se sont distinguées par leurs poids sec racinaire et un poids spécifiques des feuilles élevé (PSR, PSA) contrairement aux populations Temacine (P4) et Tamentit (P8) qui ont donné des résultats contraires.

Certaines population comme Hassi Laabid (P5) et Touijine (P7) ont tout le temps donné des valeurs intermédiaires quelque soit les paramètres étudiés.

III.2.2.3. La classification ascendante hiérarchique (CAH)

En vu d'avoir une vision globale, nous sommes passé à une autre analyse synthétique pour discerner les différentes populations pour toutes les variables retenues.

L'analyse du dendrogramme des populations (figure 39) nous permet de distinguer 3 groupes différents, chaque groupe forme un ou plusieurs ensembles d'individus (populations étudiées) en fonction de sont comportement vis-à-vis du stress salin appliqué:

- Le groupe 1 rassemble les populations Temacine (P4) , Hassi Laabid (P5), Touijine (P7) , Insalah (P2) et Tamentit (P8).
- Le groupe 2 concerne une seul population qui est Nezla (P6)
- Le groupe 3 concerne les populations Chott Ouargla (P10), Guemar (P9) Janet (P3) et Megganine (P1).

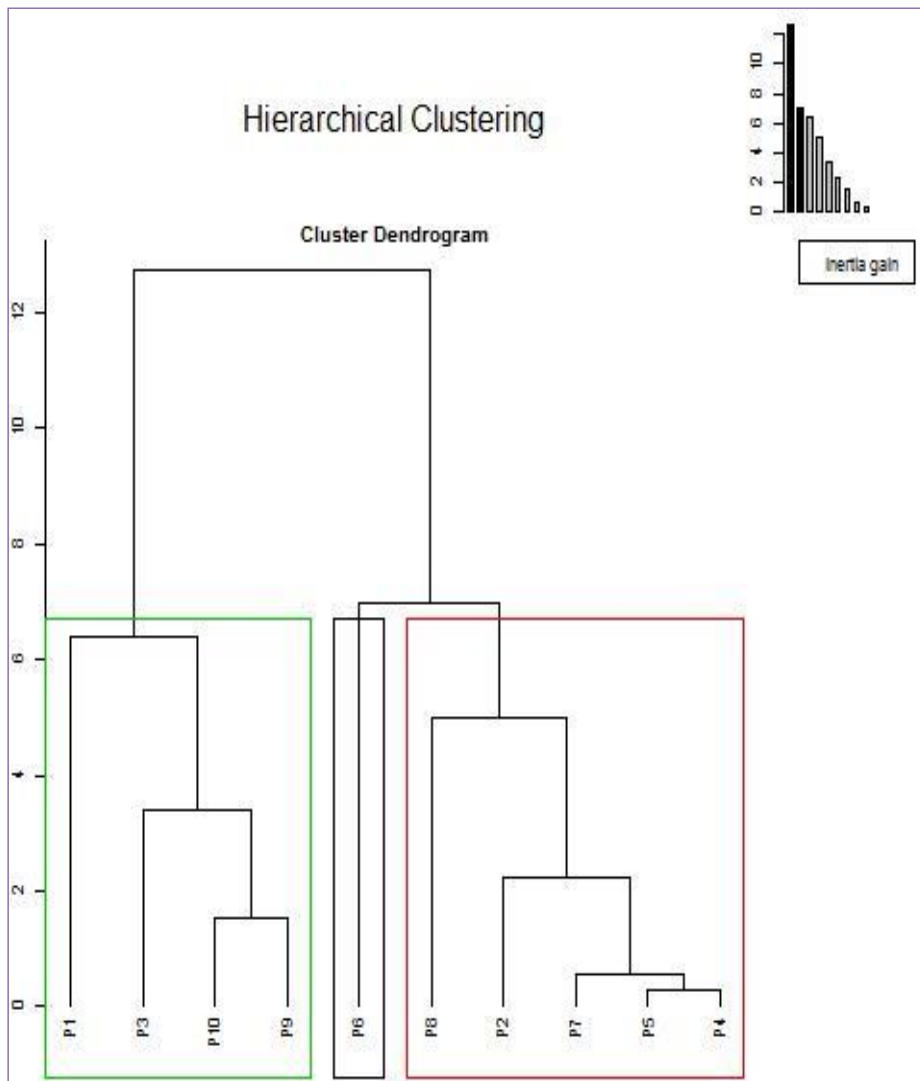


Figure 39: La classification ascendante hiérarchique (CAH) pour les populations de luzerne étudiées.

III.2.2.4. Matrice des corrélations

L'analyse des résultats de la matrice des corrélations (figure 40) permet de faire ressortir les informations suivantes :

Le nombre de feuille (NF) est corrélé positivement avec la longueur de la tige principale (LTP) et le nombre d'entre nœuds avec un coefficient de corrélation de ($r=0,64$). Ceci montre que les plantes caractérisées par un nombre de feuilles élevé se caractérisent par une longueur de tige principale importante et un nombre d'entre nœuds élevée.

Une corrélation positive et très hautement significative ($r=0,91$) entre le poids sec aérien (PSA) et le poids frais aérien (PFA) ainsi qu'avec la longueur de la tige principale (LTP), ce qui implique que pour les populations de luzerne étudiées plus la plante développe une biomasse aérienne fraîche importante qui se caractérise par une longueur imposante de la tige principale plus sa biomasse en matière sèche sera importante quelque soit les conditions de stress salin appliquées.

La surface foliaire (SF) est fortement corrélé avec le poids frais racinaire (PFR) avec une corrélation hautement significative ($r= 0.84$), indiquant que les plantes qui arrivent à développer une masse racinaire importante se caractérisent par des feuilles qui développent des surfaces foliaires de plus en plus importantes.

Une corrélation hautement significative ($r =0,86$) existe entre le rapport poids sec racinaire /poids frais racinaire et le poids sec racinaire (PSR).

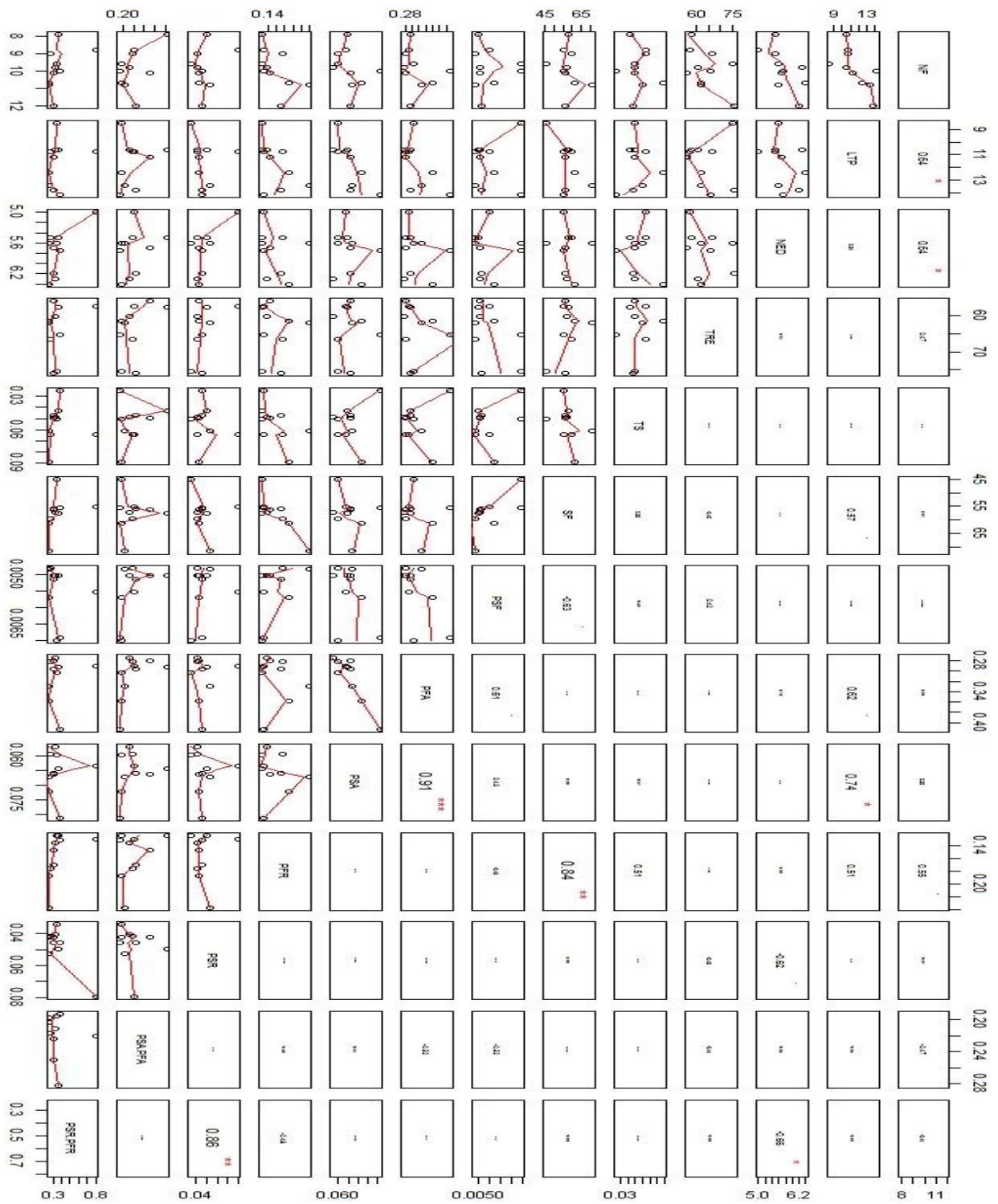


Figure 40: Matrice des corrélations entre les différentes variables étudiées

Conclusion

Conclusion

L'objectif principal recherché à travers cette étude est de comprendre le comportement de la luzerne soumise à une contrainte saline. Les résultats obtenus peuvent permettre de mieux choisir les populations qui s'adaptent le plus aux sols salins et qui permettent de recoloniser ces sols en déperdition.

Pour ce faire, on s'est appuyé sur une collection de 10 populations locales de *Medicago sativa* d'origine Saharienne.

Les résultats obtenus lors du premier essai permettent de faire ressortir les conclusions suivantes :

Tous les paramètres étudiés ont été affectés par le stress salin (concentrations élevées en NaCl) et la réponse des graines à la salinité dans les premiers stades de développement diffère d'une population à une autre.

A l'exception de la population Megganine (P1) toutes les autres populations se sont très bien exprimé avec des concentrations basses en NaCl et ceci pour tous les paramètres étudiés. Par contre l'application de concentrations élevées de NaCl provoque une réduction sévère des paramètres étudiés (cinétique de germination, vitesse de germination et réversibilité de l'action de sel).

Les solutions 50mM, 100mM, 150mM en NaCl sont tolérées par la majorité des populations alors que la concentration de 200 mM n'est pas tolérée par toutes les populations.

Le deuxième essai avait pour but d'étudier la réaction des populations au stade plantule aux mêmes concentrations saline appliquées au premier essai. Les résultats obtenus permettent de faire ressortir les conclusions suivantes :

le stress salin exerce chez toutes les populations un effet dépressif sur tous les paramètres étudiés : physiologiques (TRE), biochimiques (TS), morphologiques (PSF, SF, LTP, NF), et les paramètres de biomasse (PFA/PSA, PFR/PSR).

Le stress salin appliqué a révélé des différences de comportement entre les populations étudiées. Certaines populations comme Chott Ouargla, Guemar, Megganine, Janet se sont distinguées par une biomasse fraîche importante qui s'est manifestée par un nombre de feuilles, un nombre d'entre nœuds, une longueur de la tige principale et un poids frais racinaire et aérien (NF LTP NED PFR PFA) plus élevés. Mais leur production en matière sèche a été fortement réduite contrairement aux populations Nezla et Insalah qui ont données des résultats contraires.

La population Chott Ouargla arrive à développer une masse racinaire importante quelque soit le stress appliqué et ceci se traduit par des feuilles plus grandes mais avec une TRE plus faible.

D'autres populations comme Hassi Laabid et Touijine ont tout le temps eu des comportements intermédiaires quelque soit les conditions d'étude.

A l'exception de la population Nezla qui a formé un groupe à elle seule, les autres populations se sont partagées en deux groupes distincts.

En termes de sélection les résultats obtenus permettent de dire que les populations qui développent les tiges les plus longues sont les plus indiquées pour une production en matière sèche importantes, et que les populations qui arrivent à développer une biomasse racinaire fraîche importante se distinguent par une surface foliaire plus élevée.

Ces résultats préliminaires sont des marques intéressantes pour élucider d'avantage relation stress salin sur le comportement des graines d'autres populations de luzerne. Cela permettra d'élaborer une classification des comportements à la salinité, critère important dans le choix des populations à retenir dans un programme de mise en valeur des zones arides.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

ARBAOUI M., BENKHELIF M., BELKHODJA M., 1999- réponses physiologiques de quelques variétés de ble dur à la salinité au stade juvénile. Ciheam - options Méditerranéennes

AURELE LEVIGNERON, FELICIE LOPEZ, GERARD VANSUYT, PIERRE BERTHOMIEU, PIERRE FOURCROY, FRANCINE CASSE DELBART, 1995. les plantes face au stress salin. cahiers agricoles.

BELKHEIRI O., 2008- adaptabilité des espèces du genre *Atriplex* aux conditions de salinité et d'aridité, thèse de doctorat en agronomie et écophysiologie des systèmes agricoles et forestiers, université de Sassari p 42

BENKHADOUDJA AICHA ,2010 les adventices des cultures fauchées : cas de la luzerne pérenne (hassi ben abdallah ouargla). Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie, phytotechnie, université Kasdi Merdiah-Ouargla. P : 4

BEN FRIHA FATMA LAZREK, 2008, analyse de la diversité génétique et symbiotique des populations naturelles tunisiennes de *Medicago truncatula* et recherche de QTL liés au stress salin, doctorat de l'université de Toulouse

BEN NJA RIHEB, 2014 - effet d'un stress salin sur la teneur en polymères pariétaux dans les feuilles de luzerne (*Medicago sativa* cv Gabes) et sur la distribution dans les cellules de transfert des fines nervures. Thèse de doctorat, biosciences de l'environnement et de la santé, universités de Limoges et Carthage. P : 52-53

BOUAOUINA, S., ZID, E. ET HAJJI, M. 2000, tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le ble dur (*Triticum turgidum* L.). Ciheam – options méditerranéennes. Pp.-2 Bouchoukh I., 2010- comportement écophysiologique de deux chenopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin .p 16- 29- 6 -35

BOUCHOUKH I., 2010- comportement écophysiologique de deux chenopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin .p 16- 29- 6 -35

BOUDA S., HADDIOUI A - effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. Revue « nature & technologie ». N° 05/juin 2011. P 72 à 79

BOUDEBBOUS I., 2009, comportement et caractérisation de quelques populations sahariennes et variétés introduites de luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.), m.i.a.s, itas, Ouargla. Pp : 5,9

BOUDOUR KHEDIDJA, 2010 contribution à l'étude de la valeur alimentaire de quelques variétés de la luzerne pérenne cultivées dans la base Chellif. Mémoire de magister, comportement alimentaire et nutrition animale, université Hassiba Ben Bouali. P : 3

BOUHADDI KARIMA,2009.reponses physiologiques,biochimiques et anatomiques chez le haricot (*phaseolus vulgaris* l.)Au stress de la salinite.these, magistere, universite d'oran. P : 23.

BOUZID S., 2010- étude de l'effet de la salinite et de la presence du molybdene sur le comportement ecophysiologique de deux varietes de plantes de l'espece *phaseolusvulgaris*l These magister, univ mentouri constantine. P 6 -9-4

BROUGHTON WJ, HERNANDEZ G, BLAIR M, BEEBE S, GEPTS P, VANDERLEYDEN J (2003) beans (*phaseolus* spp.) . Model food legumes. Plant and soil 252: 55–128

DOYLE JJ, LUCKOW MA (2003) the rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic context. Plant physiol 131: 900-910

DUBOS C., 2001- reponse moleculaire de jeunes plants de pin maritime soumis a un stress hydrique en milieu hydroponique. These de doctorat en biologie forestiere, universite henri poincare. Nancy i (france) : 54- 55.

GEPTS P, BEAVIS WD, BRUMMER EC, SHOEMAKER RC, STALKER HT, WEEDEN NF, YOUNG ND ,2005 ,legumes as a model plant family. Genomics for food and feed report of the cross-legume advances through genomics conference. Plant physiology 137: 1228–1235

GEPTS P (2004) crop domestication as a long-term selection experiment. Plant breed rev 24: 1–44

HAOUALA F., FERJANI H ., BEN EL HADJ S., 2007 - effet de la salinite sur la repartition des cations (na^+ , k^+ et ca^{2+}) et du chlore (cl^-) dans les partie aeriennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 11 (3) ,235 - 244.

I. ARNAULT, N. LOMBARKIA, E. FERRE, H. GALY, LAMBION J., J. AUGER ET S. DERRIDJ, 2011. Les sucres solubles utilisent comme inducteurs de resistance de la plante aux bio-agresseurs.cetu innophyt, universite françois rabelais de tours, avenue monge, 37200 tours. P : 1.

LOÏC FAYE, NATHALIE LANDRY, PATRICE LEROUGE, VERONIQUE GOMORD, LOUIS P.VEZINA, 2001 : la production de proteines a usage biopharmaceutique dans les plantes. Medecine/science ; 17. P : 868Lodwig em, hosie ahf, bourdès a, findlay k, allaway d, karunakaran r, downie ja, Poole ps (2003) amino-acid cycling drives nitrogen fixation in the legume–rhizobium symbiosis. Nature 422: 722-726

LITIM FAIZA,2009,effets du stress salin sur quelques stades phenologiques de la luzerne perenne (*medicago sativa* l.), mémoire de fin d'étude En vue de l'obtention du diplome d'ingenieur d'etat en biologie, universite kasdi merbah ouargla

MAHROUZ FATIMA ,2013 effet du stress salin sur la croissance et la composition chimique de l'atriplex canescens, memoire de fin d'etudes En vue de l'obtention du diplome d'ingenieur d'etat, universite kasdi merbah – ouargla

MERIEM BELFAKIH, MOHAMMED IBRIZ ET ABDELMJID ZOUAHRI, 2013. effet de la salinite sur les parametres morphophysiologiques de deux varietes de bananier (*musa acuminata* l). Journal of applied biosciences 70:5652– 5662

MERMOUD A., 2006. Cours de physique du sol : maitrise de la salinite des sols. Ecole polytechnique federale de lausanne, 23 p.

MIDOUN NOURA ET KADRI AFAF , 2015 effet du stress salin sur quelques parametres biochimiques de la luzerne cultivee (*medicago sativa* l.) memoire en vue de l'obtention du diplome de master academique, universite kasdi merbah ouargla

MOHAMED FARISSI, FAISSAL AZIZ, ABDELAZIZ BOUIZGAREN ET CHERKI GHOULAM, 2014. la symbiose legumineuses-rhizobia sous conditions de salinite : aspect agro-physiologique et biochimique de la tolerance. International journal Of innovation and scientific research vol. 11 no 1. P: 97.99, 101.

MOUAFEK AHLEM, 2010- la symbiose a rhizobia chez la feve (*vicia faba* l.) Et la luzerne (*medicago sativa* l.) Dans la region de biskra. Memoire de magister, agriculture Et environnement dans les regions arides, universite mohamed khider – biskra. P : 10-11

MOUELLEF ADRA, 2010. caracteres physiologiques et biochimiques de tolerance du ble dur (*triticum durum* desf.) Au stress hydrique. These, magistere, universite mentouri, constantine. P: 57
Mermoud a., 2006. Cours de physique du sol : maitrise de la salinite des sols. Ecole polytechnique federale de lausanne, 23 p.

MRANI ALAOUI ET AL ., 2013 Effet du stress salin sur la germination et la croissance de six varietes marocaines de ble (effect of salt stress on germination and growth of six moroccan wheat varieties) m.J. Mater. Environ. Sci. 4 (6) (2013) 997-1004

NASRI SOUHILA, 2014, Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de quelques provenances algeriennes d'arganier (*argania spinosa* l.), memoire en vue d'obtention du diplome de magister en foresterie, universite abou bekr belkaïd - tlemcen

NEDJRAOUI D; 2001 "algerie" (<http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agp/agpc/doc/counprof/algerie.htm>)

PASCAL THIEBEAU, VIRGINIE PARNAUDEAU ET PIERRE GUY, 2003 - quel avenir pour la luzerne en france et en europe ? Courrier de l'environnement de l'inra N°49, juin. P : 34

P. D. HARE, W. A. CRESS & J. VAN STADEN, 1998. dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. Plant, cell and environment, natal university research unit for plant growth and development, university of natal pietermaritzburg, private bag X01, scottsville, 3209, south africa. P : 542.

SIBOLE JV, CABOT C, POSCHENRIEDER C, BARCELO J (2003) efficient leaf ion partitioning, an overriding condition for abscisic acid-controlled stomatal and leaf growth responses to nacl salinization in two legumes. Journal of experimental botany 54: 2111-2119

SOPHIE BOURGEOIS, FRANÇOIS D'ALTEROCHE, C. DELISLE, 2010 - la luzerne, reine des fourragere. Reussir bovins viande, janvier ; n°167. P :15

VIEGAS R.A. ET SILVEIRA J.A., 1999. Ammonia assimilation and proline accumulation in young cashew plants during long-term exposure to salt-salinity. *Revista brasileira de fisiologia Vegetal*, 3(11):153-159.

WANG TL, DOMONEY C, HEDLEY CL, CASEY R, GRUSAK MA (2003) can we improve the nutritional quality of legume seeds? *Plant physiol* 131: 886–891

Annexes

Annexes1

Protocole expérimental du dosage des sucres solubles

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.

100mg de la matière fraîche sont placés dans un tube à essai ajouter 3ml d'éthanol à 80% et laisser l'extrait 48h à une température ambiante.

Préparation du Réactif

Il est préparé 4 heures avant le dosage et se garde au frais

Il est constitué de 0.2g d'anthrone pure dissout dans un 1 litre de H₂SO₄.

Préparation la courbe étalon

Une première solution S₁ est préparée de la manière suivante :

100mg de glucose sont portés dans une fiole jaugée de 100ml compléter à 100ml avec de l'éthanol 80% c'est la solution S₁

Ensuite on prélève 10ml de la solution S₁ qu'on porte dans une fiole jaugée compléter à 100ml avec de l'éthanol 80%, on obtient une solution mère S₂ de concentration en glucose égale à 100mg/ml

10 fioles jaugées de capacité 10ml sont prises et numérotées de 1 à 10, dans lesquelles on met respectivement de 1ml à 10ml (à l'aide d'une pipette de 10ml) puis ajustées à 10ml avec de l'éthanol 80%

11 tubes à essais sont pris et numérotés de T₀ à T₁₀

T₀ contient 2ml éthanol 80% qui servira à faire le zéro lors de la lecture des densités optiques

T₁= 2ml prélevé de la fiole n°1, soit 10µg de glucose

T₂= 2ml prélevé de la fiole n°2, soit 20µg de glucose

T₃= 2ml prélevé de la fiole n°3, soit 30µg de glucose

T₄= 2ml prélevé de la fiole n°4, soit 40µg de glucose

T₅= 2ml prélevé de la fiole n°5, soit 50µg de glucose

T₆= 2ml prélevé de la fiole n°6, soit 60µg de glucose

T7= 2ml prélevé de la fiole n°7, soit 70µg de glucose

T8= 2ml prélevé de la fiole n°8, soit 80µg de glucose

T9= 2ml prélevé de la fiole n°9, soit 90µg de glucose

T10= 2ml prélevé de la fiole n°10, soit 100µg de glucose

Dosage

On allume le bain marie à 92°C

-2ml d'extrait sont prélevés et mis dans des tubes à essai baignant dans la glace fondante

-4ml de réactif est ajoutée dans les tubes (dans les extraits et les étalons)

-les tubes sont portés au bain-marie pendant 8minutes à 92°C, une coloration bleu-vert apparaît

-on retire les tubes pour les placer directement dans la glace fondante afin d'arrêter la réaction

-puis ils sont mis à l'obscurité au froid durant 30minutes.

- la lecture de la DO se fait à une longueur d'onde de585nm

$$Y=aX+b$$

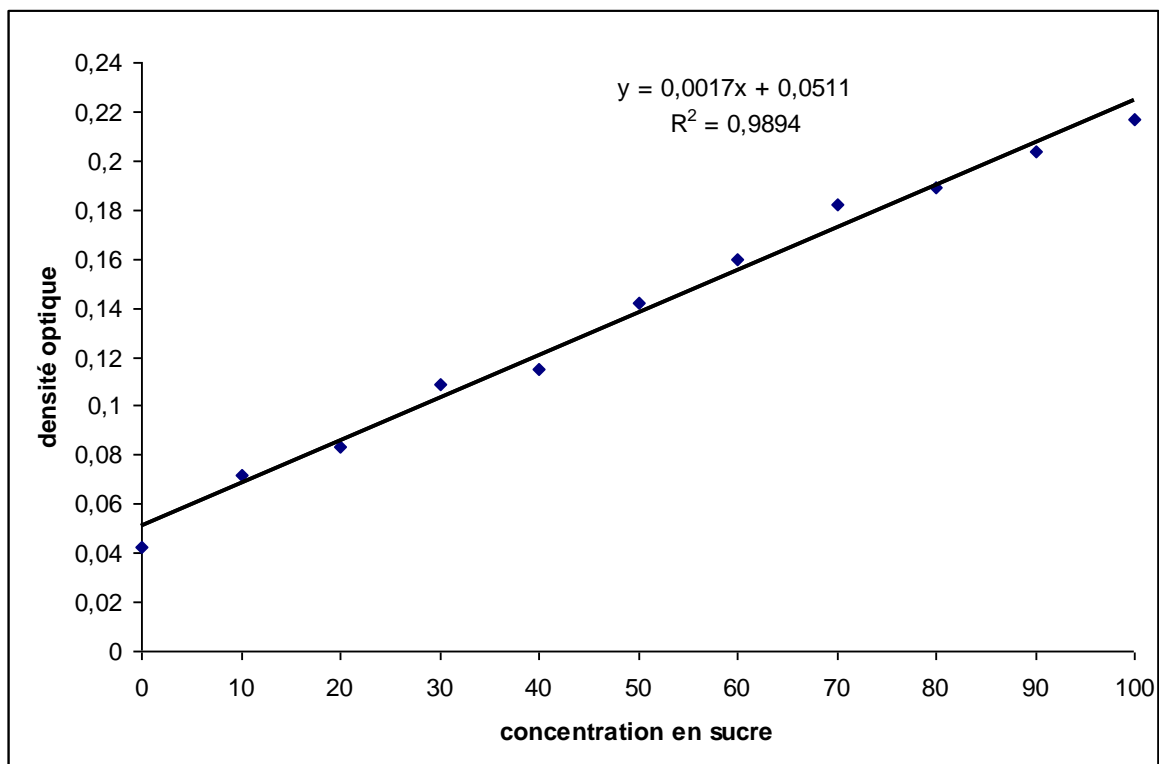
Y=Densité optique

X= quantité de glucose

MF= masse de la matière fraîche

Y= teneur en sucres

180.16= masse molaire de glucose.



Le courbe étalon du dosage des sucres totaux

La teneur en sucre est donnée par la relation suivante

$$Y = \frac{X * 3 * 1000}{MF * 180.16} \mu\text{g}/100\text{mg de MF}$$

Annexes2

Tableaux : Variation du taux de germination des différentes populations de luzerne en fonction des concentrations en NaCl

| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 |
| MEGG | 66,67 | 60,00 | 63,33 | 40,00 | 30,00 |
| IN SAL | 93,33 | 90,00 | 90,00 | 93,33 | 50,00 |
| JANET | 96,67 | 96,67 | 100,00 | 96,67 | 70,00 |
| TEM | 100,00 | 96,67 | 90,00 | 93,33 | 66,67 |
| HASSI | 83,33 | 93,33 | 96,67 | 90,00 | 70,00 |
| NEZLA | 90,00 | 93,33 | 90,00 | 90,00 | 70,00 |
| TOUI | 93,33 | 90,00 | 90,00 | 70,00 | 56,67 |
| TEM | 93,33 | 93,33 | 83,33 | 90,00 | 73,33 |
| GUEM | 93,33 | 96,67 | 86,67 | 86,67 | 63,33 |
| CHOTT | 86,67 | 90,00 | 86,67 | 76,67 | 60,00 |

Annexes3

Tableaux : Variation du taux d'apparition des feuilles des différentes populations de luzerne en fonction des concentrations en NaCl

| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 |
| MEGG | 50,00 | 40,00 | 43,33 | 20,00 | 3,33 |
| IN SAL | 83,33 | 73,33 | 73,33 | 43,33 | 33,33 |
| JANET | 93,33 | 83,33 | 63,33 | 46,67 | 26,67 |
| TEM | 93,33 | 63,33 | 60,00 | 50,00 | 26,67 |
| HASSI | 76,67 | 66,67 | 60,00 | 56,67 | 30,00 |
| NEZLA | 76,67 | 70,00 | 63,33 | 50,00 | 26,67 |
| TOUI | 73,33 | 66,67 | 60,00 | 36,67 | 26,67 |
| TEM | 80,00 | 70,00 | 56,67 | 43,33 | 30,00 |
| GUEM | 73,33 | 63,33 | 60,00 | 40,00 | 23,33 |
| CHOTT | 73,33 | 60,00 | 60,00 | 33,33 | 30,00 |

Annexes4

- Tableaux les groupes homogènes des populations pour la TRE

| Population | Moyennes | Groupes homogènes |
|------------|----------|-------------------|
| JANET | 75,903 | A |
| TEM | 75,324 | A |
| HASSI | 66,494 | A |
| CHOTT | 62,013 | A |
| GUEM | 61,398 | A |
| TEM | 60,303 | A |
| megg | 58,824 | A |
| IN SAL | 57,58 | A |
| NEZLA | 57,312 | A |
| TOUI | 55,998 | A |

- Tableaux les groupes homogènes des traitements pour la TRE

| Traitement | Moyennes | Groupes homogènes |
|------------|----------|-------------------|
| T3 | 73,125 | A |
| T2 | 62,235 | A |
| T4 | 60,758 | A |
| T0 | 60,205 | A |
| T1 | 59,251 | A |

Annexes5

- MOYENNES FACTEUR 1 = POP

1 (megg) 2 (IN SAL) 3 (JANET) 4 (TEM)5 (HASSI) 6 (NEZLA)
 7 (TOUI) 8 (TEM)9 (GUEM) 10(CHOTT)
 0,025 0,043 0,047 0,049 0,064 0,064 0,049 0,05 0,089 0,061

- MOYENNES FACTEUR 2 = stress salin

1 (t0) 2 (t1) 3 (t2) 4 (t3) 5 (t4)
 0,061 0,033 0,068 0,051 0,057

Annexes6

Tableau: Groupes homogènes des traitements de la surface foliaire (SF)

| Traitements | Moyennes | Groupes homogènes | | | |
|-------------|----------|-------------------|---|---|---|
| T0 | 75,043 | A | | | |
| T2 | 61,821 | | B | | |
| T1 | 55,633 | | B | C | |
| T3 | 48,064 | | | C | D |
| T4 | 41,43 | | | | D |

Tableau: Groupes homogènes des populations de la surface foliaire (SF).

| Populations | Moyennes | Groupes homogènes | |
|-------------|----------|-------------------|---|
| CHOTT | 71,467 | A | |
| GUEM | 61,289 | A | B |
| HASSI | 59,455 | A | B |
| IN SAL | 57,451 | A | B |
| TEM | 57,323 | A | B |
| TOUI | 56,067 | A | B |
| JANET | 56,005 | A | B |
| NEZLA | 55,346 | A | B |
| TEM | 45,099 | | B |
| megg | 44,481 | | B |

Annexes7

- MOYENNE GENERALE = 11.35
- MOYENNES FACTEUR 1 = POP

1 (megg) 2 (IN SAL) 3 (JANET) 4 (TEM)5 (HASSI) 6 (NEZLA)

7 (TOUI) 8 (TEM)9 (GUEM) 10(CHOTT)

11,36 10,58 13,84 10,6 10,73 10,73 11,23 8,5 12,46 13,47

- MOYENNES FACTEUR 2 = stress salin

1 (t0) 2 (t1) 3 (t2) 4 (t3) 5 (t4)

16,64 9,99 12,695 9,03 8,395

Annexes8

Tableau: *Groupes homogènes des populations pour le Nombre des feuilles*

| Population | Moyennes | Groupes homogenes | |
|------------|----------|-------------------|---|
| JANET | 12 | A | |
| CHOTT | 10,8 | A | B |
| GUEM | 10,7 | A | B |
| TOUI | 10,1 | A | B |
| TEM | 9,8 | A | B |
| TEM | 9,6 | A | B |
| HASSI | 9 | A | B |
| NEZLA | 8,8 | A | B |
| megg | 8 | | B |
| IN SAL | 7,9 | | B |

Tableau : *Groupes homogènes des traitements pour le Nombre des feuilles*

| traitement | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES | |
|------------|----------|-------------------|---|
| t0 | 11,25 | A | |
| t2 | 11,2 | A | |
| t1 | 9,65 | A | B |
| t4 | 8,2 | | B |
| t3 | 8,05 | | B |

Annexes9

Tableau: *Groupes homogènes des traitements du poids frais aérien (PFA).*

| Traitement | Moyennes | Groupes homogenes | | | |
|------------|----------|-------------------|---|---|---|
| T0 | 0,474 | A | | | |
| T2 | 0,341 | | B | | |
| T1 | 0,289 | | B | C | |
| T3 | 0,231 | | | C | D |
| T4 | 0,182 | | | | D |

Annexes10

Tableaux : Groupes homogènes des traitements du poids sec aérien

| Traitement | Moyennes | Groupes homogènes | | |
|------------|----------|-------------------|---|---|
| T0 | 0,093 | A | | |
| T2 | 0,078 | A | | |
| T1 | 0,06 | | B | |
| T3 | 0,052 | | B | C |
| T4 | 0,038 | | | C |

Annexes11

Tableau: Groupes homogènes des populations du poids sec racinaire (PSR).

| Population | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES | |
|------------|----------|-------------------|---|
| JANET | 12 | A | |
| CHOTT | 10,8 | A | B |
| GUEM | 10,7 | A | B |
| TOUI | 10,1 | A | B |
| TEM | 9,8 | A | B |
| TEM | 9,6 | A | B |
| HASSI | 9 | A | B |
| NEZLA | 8,8 | A | B |
| MEGG | 8 | | B |
| IN SAL | 7,9 | | B |

Tableau: Groupes homogènes des traitements du poids sec racinaire (PSR).

| Traitement | Moyennes | Groupes homogènes | |
|------------|----------|-------------------|---|
| T0 | 11,25 | A | |
| T2 | 11,2 | A | |
| T1 | 9,65 | A | B |
| T4 | 8,2 | | B |
| T3 | 8,05 | | B |

Annexes11

Moyenne Générale = 0.216

MOYENNES FACTEUR 1 = POP

1 (p1) 2 (p2) 3 (p3) 4 (p4) 5 (p5) 6 (p6) 7 (p7) 8 (p8) 9 (p9) 10(p10)
0,154 0,282 0,224 0,212 0,217 0,22 0,25 0,196 0,198 0,203

MOYENNES FACTEUR 2 = stress salin

| | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 (t0) | 2 (t1) | 3 (t2) | 4 (t3) | 5 (t4) |
| 0,196 | 0,194 | 0,232 | 0,23 | 0,226 |

Annexes12

- MOYENNE GENERALE = 0.38
- MOYENNES FACTEUR 1 = POP

| | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 1 (p1) | 2 (p2) | 3 (p3) | 4 (p4) | 5 (p5) | 6 (p6) | 7 (p7) | 8 (p8) | 9 (p9) | 10(p10) |
| 0,306 | 0,369 | 0,302 | 0,677 | 0,277 | 0,737 | 0,301 | 0,338 | 0,245 | 0,245 |

- MOYENNES FACTEUR 2 = stress salin

| | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 (t0) | 2 (t1) | 3 (t2) | 4 (t3) | 5 (t4) |
| 0,259 | 0,434 | 0,296 | 0,57 | 0,338 |

Etude du comportement de quelques populations locales de *Medicago sativa* L. sous contrainte saline

Résumé :

La luzerne représente l'une des cultures fourragères les plus cultivées dans le monde. En Algérie cette culture commence à attirer l'attention des agriculteurs du fait de ces multiples avantages agronomiques. D'autre part la salinisation des sols constitue un sérieux obstacle pour les plantes pour croître et se développer dans ces conditions stressantes. Cette étude a pour objet d'évaluer le comportement de 10 populations algériennes (oasis sahariennes) de luzerne (*Medicago sativa*) au cours de la germination et de la croissance dans des conditions de stress salin. De ce fait deux essais ont été conduits. Le premier essai a pour but d'étudier différents paramètres en relation avec la germination et les résultats obtenus montrent que la plupart des populations se comportent de la même manière et que des concentrations élevées de NaCl provoquent des réductions sévères des paramètres étudiés. Le deuxième essai a pour but de déterminer l'effet du stress salin sur des paramètres physiologiques, biochimiques, morphologiques, et les paramètres de biomasse. Il ressort que le stress salin exerce chez toutes les populations un effet dépressif sur tous les paramètres étudiés mais les populations adoptent différentes stratégies pour faire face au stress. La classification hiérarchique ascendante nous a permis de mettre en évidence 3 groupes différents en fonction de leurs comportements vis-à-vis du stress salin.

Mots-clés : Luzerne, populations, stress salin, germination, croissance.

ABSTRACT

Alfalfa is one of the most cultivated forage crops in the world. In Algeria this culture begins to attract the attention of farmers due to these multiple agronomic benefits. Furthermore soil salinization is a serious obstacle for the plants to grow and develop in these stressful conditions. This study aims to evaluate the behavior of 10 Algerian populations (Saharan oases) of alfalfa (*Medicago sativa*) during germination and growth under salt stress. Two tests were conducted. The first trial designed to investigate various parameters in relation to the germination and the results show that most population behave the same way and that high concentrations of NaCl cause severe reductions for the studied parameters. The second test aims to determine the effect of salt stress on physiological parameters, biochemical, morphological, and biomass parameters. It appears that salt stress exerts in all populations a depressive effect on all studied parameters but they adopt different strategies to cope with stress. The hierarchical cluster analysis allowed us to identify three different groups based on their behavior in relation to the salt stress.

Keywords: Alfalfa, populations, saline stress, germination, growth.

ملخص

البرسيم هي واحدة من أكثر المحاصيل العلفية المزروعة في العالم. في الجزائر تبدأ هذه الزراعة لجذب انتباه المزارعين بسبب فوائدها الزراعية المتعددة. وعلاوة على ذلك تملح التربة يشكل عقبة خطيرة للنباتات لتنمو وتتطور في هذه الظروف العصيبة. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم سلوك 10 أصناف من البرسيم (واحات الصحراء) أثناء الإنبات والنمو في ظل الإجهاد الملحي. وهكذا أجريت تجربتين. التجربة الأولى تهدف إلى تحقيق معايير مختلفة فيما يتعلق الإنبات وأظهرت النتائج أن معظم الأصناف تسلك نفس الطريقة وأن التركيزات العالية من كلوريد الصوديوم يسبب انخفاض حاد في هذه المعايير. يهدف الاختبار الثاني لتحديد تأثير الإجهاد الملحي على المعايير الفسيولوجية، والكيمياء الحيوية، الصرفية، معايير الكتلة الحيوية. ويبدو أن الإجهاد الملح يباثر تأثير كبير على جميع الأصناف و القياسات ولكن الأصناف تبني استراتيجيات مختلفة للتعامل مع الإجهاد. سمح التحليل العنقودي الهرمي لنا التعرف على ثلاث مجموعات مختلفة على أساس سلوكهم وجها لوجه مع الإجهاد الملحي.

الكلمات المفتاحية: البرسيم، والسكان، والإجهاد والملح، والإنبات والنمو.