

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila



Faculté des sciences

Département des sciences agronomiques

Option : production végétale

Pour obtenir le diplôme de master académique en production végétale

Thème

Etude du comportement de quelques populations locales de luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.) sous contrainte saline (chambre de culture) et en plein champs dans la région de M'sila

Présenté par :

BOUGERRA Ibtisam

SAKER Fatima Zahra

Devant le Jury :

Président	M ^r KHALDI M.	MCA	Université de M'Sila
Encadreur	M ^r KADRI A.	MCB	Université de M'Sila
Examinatrice	M ^{elle} BAKIRI N.	MAA	Université de M'Sila

Année Universitaire : 2017/2018

Remerciements

Nous tenons d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous donné la force et la patience pour accomplir ce modeste travail.

*C'est avec beaucoup de reconnaissance que nous adressons nos sincères remerciements à Monsieur **KADRI A**, maitre de conférence au département des sciences agronomiques à l'université de M'sila pour avoir suivie et dirigé ce travail, nous le remercions infiniment, pour son aide, ses conseils, ses orientations ainsi que, ses remarques et ses critiques quoi nous ont été d'un apport précieux.*

Nos tenons à exprimer tous nos remerciements aux membres du jury qui ont eu l'obligeance de bien vouloir examiner et juger ce travail :

***M. KHALDI M.** pour avoir accepter la présidence de ce jury.*

***M^{elle} BAKIRI N** pour d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

Nos remercions aussi tout le personnel du laboratoire pour leur précieuse aide et leur compréhension.

Nos sincères remerciements vont également à toute l'équipe de la pépinière M'sila vert.

Nous remercions tous ceux qui ont de prés ou de loin contribués à l'aboutissement de ce travail

Sommaire

	Page
Sommaire	i
Liste des abréviations	vi
Liste des figures	viii
Liste des tableaux	xi
Introduction	01
Chapitre I: Synthèse bibliographique	
I. Synthèse bibliographique.....	3
I.1: les légumineuses fourragères.....	3
I.1.1.Présentation générale des légumineuses.....	3
I.1.2 Intérêt des légumineuses fourragères.....	3
I.1.2.1 Intérêt agronomique.....	4
I.1.2.2 Intérêt économique	4
I.2.Données représentatives de la luzerne.....	4
I.2.1.Historique et origine.....	4
I.2.2.Généralité sur la luzerne.....	6
I.2.3. Systématique.....	6
I.2.4.Morphologie de la luzerne	7
I.2.5.Cycle de développement de la luzerne.....	8
I.2.6. Exigences de la culture de la luzerne.....	9
I.2.6.1. Exigences climatiques	9
I.2.6.1.1. Température	9
I.2.6.1.2. Eau.....	9
I.2.6.2. Les facteurs édaphiques.....	10
I.2.6.2.1. pH de sol et son état calcique	10
I.2.6.2.2. Exigence en éléments minéraux	10
I.2.7. La mise en place de la culture.....	10
I.2.7.1. Préparation du sol	10
I.2.7.2. Fertilisation.....	10
I.2.7.2. Epoque et mode de semis.....	10
I.2.8. Intérêts et utilisation.....	10
I.2.8.1 Intérêt et utilisation agronomique	10

I.2.8.2 Intérêt économique.....	11
I.2.8.3.Intérêt écologique.....	11
I.2.8.4 Intérêt et utilisation nutritionnelle.....	11
I.3. Généralité sur le stress et la salinité chez les végétaux.....	12
I.3.1. définition d'un stress.....	12
I.3.2. Catégorie de stress.....	12
I.3.2.1. Le stress salin.....	12
I.3.3.Définition de la salinité.....	13
I.3.3.1. Salinisation primaire.....	13
I.3.3.2. Salinisation secondaire.....	13
I.3.4. Causes et effets de la salinisation.....	14
I.3.5. Conséquences de la salinité sur la physiologie des plantes.....	14
I.3.5.1. Sur la germination.....	14
I.3.5.2.Sur la croissance et le développement.....	14
I.3.5.3. Sur le comportement biochimique de la plante.....	15
I.3.5.4.Sur la nutrition minérale des végétaux.....	15
I.4. Mécanismes de résistance à la salinité.....	15
I.4.1. Exclusion.....	15
I.4.2. Inclusion.....	15
I.4.3. La réexcrétion.....	16
I.4.4.Accumulation de la proline.....	16
I.4.5.Sucres solubles.....	16
I.5. Mécanisme d'adaptation à la salinité.....	16
I.5.1. adaptation morphologique.....	16
I.5.2. Adaptation anatomique.....	17

Chapitre II: Matériel et méthode

II. Matériels et Méthodes.....	18
A/ Matériel végétal.....	18
II. Premier essai.....	19
II.1.1.Objectif du premier essai.....	19
II.1.2. Dispositif expérimental.....	19
II.1.3. méthodologie de travail.....	20
II.1.3.1. Préparation des solutions.....	20
II.1.3.2. Preparation des grains.....	21

II.1.3.3. Préparation du substrat de culture.....	21
II.1.3.4.Préparation des pots.....	21
II.1.3.5.Semis.....	21
II.1.3.6. L'application du stress salin.....	22
II.1.4.Les paramètres mesurés.....	22
II.1.4.1. Paramètre morphologique	22
A .La surface foliaire.....	22
b. Le poids spécifique foliaire (PSF).....	22
c. Hauteur de la tige principale.....	23
d. Nombre de feuilles par plante.....	23
E. Nombre d'entre nœuds.....	23
II.1.4.2.Paramètres de biomasse.....	23
II.1.4.2.1.Poids frais.....	23
II.1.4.2.2.Poids sec.....	23
II.2.:Deuxième essais.....	24
II.2.1.Présentation de la région d'étude.....	24
II.2.1.1.Cadre géographique.....	24
II.2.2. Climat.....	24
II.2.2.1. Températures.....	24
III.2.2.2. Précipitation.....	25
II.2.3. Localisation.....	26
II.2.5. Protocole expérimental.....	27
II.2.6.Méthodes.....	27
II.2.6.1.Condition de réalisation de l'essai.....	27
II.2.6.1.1.Travail de sol.....	28
II.2.6.1.2.Semis.....	28
II.2.6.2.3. L'irrigation.....	28
II.2.6.2.4. Désherbage.....	28
II.2.7.Les caractéristiques physico-chimique du sol.....	28
II.2.7.1.Granulométrie.....	29
II.2.7.2.Calcaire totale.....	29
II.2.7.3.Le ph.....	29
II.2.7.4. La conductivité.....	29
II.2.7.5.Matière organique.....	30

II.2.8. Les paramètres mesurés.....	30
a-Date de levée.....	30
b-Longueur de la tige principale.....	30
c-Diamètre de la tige.....	31
dNombre d'entre nœud.....	31
e-Nombre des feuilles par tige.....	31
f-Nombre des feuilles par plante.....	31
g-Nombre des fleurs par plante.....	31
h-Nombre des ramifications.....	32
i-Poids frais.....	32
j-Poids sec.....	32
l-Teneur en matière sèche.....	32
II.2.9. Analyse statistique.....	32

Chapitre III: Résultats et discussion

III.1. Résultats et discussion	34
III.1.1. Résultats du premier essai.....	34
III.1.1.1. Analyse de variance.....	34
III.1.1.1.1. Analyse des paramètres morphologiques.....	34
A/ La surface foliaire	34
B/ Le poids spécifique foliaire.....	35
C/ Longueur de la tige principale.....	36
D/ Nombre de feuilles par plante.....	37
E/ nombre d'entre nœuds.....	38
III.1.1.1.2. Analyse de la biomasse	39
A/Poids frais aérien	39
B/ Poids sec aérien.....	40
C/ Poids frais racinaire.....	41
D/ Poids sec racinaire.....	42
III.1.1.2. Analyse de composante principale.....	44
III.1.1.2.1. Etude des variables.....	44
III.1.1.2.2. Etude des graphes des individus.....	46
III.1.1.2.3. Superposition des variables et des individus.....	47
III.1.1.3. Classification ascendante hiérarchique (CAH)	48

III.1.2.Discussion du premier essai.....	49
III.2.2. Résultats du deuxième essai.....	50
III.2.2.1. Analyse de la variance.....	50
A/ La durée de levée.....	50
B/Longueur de la tige principale.....	51
C/Diamètre de la tige principale.....	52
D/Nombre d'entre nœud.....	53
E/ Nombre des feuilles par tige.....	54
F/ Nombre des feuilles par plant.....	55
G/Nombre de fleurs.....	56
H/Nombre de ramification.....	57
I/ Poids frais total.....	58
J/Poids secs total.....	59
K/Rapport poids secs/poids frais.....	60
III.2.2.2.Analyse en composante principale.....	61
III.2.2.2.1.Etude des variables.....	62
III.2.2.2.2. Etude 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 (CHA)	64
III.2.2.4. matrice des corrélations.....	65
III.2.3.Discussion du deuxième essai.....	67
Conclusion.....	68
Référence bibliographique	
Annexe	

Liste des abréviations

ACP : analyse en composantes principale.

CAH : la classification ascendante hiérarchique.

CE : conductivité électrique.

Cm : centimètre.

DTP : diamètre de tige principale.

FG : faculté germinative.

I.T.D.A.S : institue technique de développement d'agriculture saharienne.

J.C : jésus christ.

Kg : kilogramme.

L.F : limon fin.

L. G : limon grossier.

LTP : longueur de tige principale.

LVE : la levée.

mm : millimètre.

mMhos : milimhos.

MO : matière organique.

MS : matière sèche.

NaCl : le chlorure de sodium.

NED : nombre d'entre nœud.

NF : nombre des feuilles.

NRM : nombre de ramification.

NS : non significatif.

P : population.

PF : poids frais.

PFA : poids frais aérienne.

PFR : poids frais racinaire.

PMG : poids de mille graines.

PS : poids secs.

PSA : poids sec aérienne.

PSF : poids spécifique foliaire.

PSR : poids secs racinaire.

r : coefficient de corrélation.

S.F : sable fin.

S.G : sable grossier.

S.M.M : station météorologique M'sila.

SF : surface foliaire.

Sign : signification.

T : traitement.

U/ha : unité par hectare.

UF : unité fourragère.

Liste des tableaux

Tableau N°01 : Quelques caractéristiques des populations de luzernes étudiées.	18
Tableau n°02 : composition des solutions salines.....	21
Tableau n°03 : températures moyennes mensuelles de la station de M'sila (1988-2017).....	25
Tableau n°04 : précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la station de M'sila (1988-2017).....	25
Tableau n°05 : les coordonnées de la ville de M'sila	26
Tableau n°06 : Résultats des analyses granulométrique du sol.....	29
Tableau n°07 : teneur en calcaire total du so.....	29
Tableau n°08 : le ph de solution du sol et d'eau d'irrigation.....	29
Tableau n°09 : la conductivité électrique du sol et d'eau d'irrigation.....	30
Tableau n°10 : teneur en MO du sol.....	30
Tableau n°11 : analyse de la variance pour la surface foliaire.....	34
Tableau n°12 : analyse de variance du poids spécifique foliaire.....	35
Tableau n°13 : analyse de variance pour la longueur de la tige principale.....	36
Tableau n°14 : analyse de la variance pour le nombre de feuilles par plante.....	37
Tableau n°15 : analyse de la variance pour le nombre d'entre nœuds.....	38
Tableau n°16 : analyse de la variance pour le poids frais aérienne.....	40
Tableau n°17 : analyse de la variance du poids sec aérien.....	41
Tableau n°18 : analyse de la variance du poids frais racinaire.....	42
Tableau n°19 : Analyse de la variance du poids sec racinaire.....	43
Tableau n°20 : valeurs propres avec le pourcentage de variabilité et le pourcentage cumulé porté sue chaque axe.....	44
Tableau n°21 : qualité de représentation des variables étudiées sur l'axe1.....	44
Tableau n°22 : qualité de représentation des variables étudiées sur l'axe2.....	45
Tableau n°23 : qualité de représentation des variables étudiées sur l'axe3.....	45
Tableau n°25 : Analyse de la variance pour la durée de la levée.....	50
Tableau n°26 : Analyse de la variance pour la longueur de la tige principale....	51
Tableau n°27 : Analyse de la variance pour le diamètre de tige principal.....	52
Tableau n°28 : Analyse de la variance pour le nombre d'enter nœud.....	53
Tableau n°29 : Analyse de la variance pour le nombre des feuilles par tige.....	54
Tableau n°30 : Analyse de la variance pour le nombre des feuilles par plant....	55

Tableau n°31 : Analyse de la variance pour le nombre de fleurs.....	56
Tableau n°32 : Analyse de la variance pour le nombre de ramification.....	57
Tableau n°33 : Analyse de la variance pour le poids frais total.....	58
Tableau n°34 : Analyse de la variance pour le poids secs.....	59
Tableau n°36 : valeurs propres avec le pourcentage de variabilité et le pourcentage cumulé porté sur chaque axe.....	61
Tableau n°37 : Qualité de représentation des variables étudiées sur l'axe1.....	62
Tableau n°38 : Qualité de représentation des variables étudiées sur l'axe 2.....	62

Liste des figures

Figure 01 : Origine géographique de <i>Medicago</i>	05
Figure 02 : la luzerne (<i>Medicago sativa</i> L).....	07
Figure03 : Morphologie de la luzerne (<i>Medicago sativa</i> L).....	08
Figure 04 : Développement d'une plante de luzerne.....	09
Figure 05 : Disposition de l'essai dans la chambre de culture.....	20
Figure 06 : Mesure de la surface foliaire avec le logiciel autocad 2013.....	22
Figure 07 : la plante de luzerne avant la coupe.....	23
Figure 08 : situation géographique de la zone d'étude.....	24
Figure 09 : températures moyennes mensuelles de la région de m'sila durant la période (1988-2017).....	25
Figure 10 : précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la région de M'sila durant la période (1988-2017).....	26
Figure 11 : localisation de l'essai (google Earth 2017).....	26
Figure12 : Disposition de l'essai en plein champs.....	27
Figure 13 : prélèvement d'un échantillon de sol.....	28
Figure 14 : la mesure de la tige principale.....	31
Figure 15 : le poids sec de la plante.....	32
Figure16 :Comportement de chaque population de luzerne sous différentes concentrations salines pour la surface foliaire (SF).....	35
Figure17 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids spécifique foliaire (PSF).....	36
Figure 18 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour la longueur de la tige principale (LTP).....	37
Figure 19 : Comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le nombre de feuilles par plante (NF).....	38
Figure 20 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le nombre d'entre nœuds.....	38
Figure 21 : Comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids frais aérienne (PFA).....	40
Figure 22 : Comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids sec aérienne (PSA).....	41

Figure 23 : Comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids frais racinaire (PFR).....	42
Figure 24 : Comportement de chaque population de luzerne dans différence concentration salines pour le poids sec racinaire (PSR).....	43
Figure 25 : cercle de corrélation du plan 1-2.....	45
Figure 26 : cercle de corrélation du plan 1-3.....	46
Figure 27 : analyse en composantes principales, représentation des populations sur le plan 1-2.....	46
Figure 28 : analyse en composantes principales, représentation des populations sur le plan 1-3.....	47
Figure 29 : la classification ascendante hiérarchique (CAH) pour les populations de luzerne étudiées.....	48
Figure 30 : Comportement des populations de luzerne pour la levée.....	51
Figure 31 : Comportement des populations de luzerne pour la longueur de la tige principale (LTP).....	52
Figure 32 : comportement des populations de luzerne pour le diamètre de la tige principale (DTP).....	53
Figure 33 : Comportement des populations de luzerne pour le nombre d'enter nœud (NED).....	54
Figure 34 : Comportement des populations de luzerne pour le nombre de feuilles par tige (NFT).....	55
Figure 35 : Comportement des populations de luzerne pour le nombre des feuilles par plant (NFP).....	56
Figure 36 : Comportement des populations de luzerne pour le nombre des fleurs (NFL).....	57
Figure 37 : Comportement des populations de luzerne pour le nombre des ramifications (NRM).....	58
Figure 38 : comportement des populations de luzerne pour le poids frais (PF)...	59
Figure 39 : Comportement des populations de luzerne pour le poids secs (PS)...	60
Figure 40 : Comportement des populations de luzerne pour le rapport poids secs/poids frais (PS/PF).....	61
Figure 41 : Cercle des corrélations du plan 1-2.....	63
Figure 42 : Analyse en composantes principales, représentation des	63

populations sur le plan 1-2.....	
Figure 43 : la classification ascendante hiérarchique (CHA) pour les populations de luzerne étudiées.....	65
Figure 44 : Matrice des corrélations entre les différentes variables étudiées	66

Introduction

Introduction

La luzerne (*Medicago sativa* L.) est l'une des plantes fourragères les plus répandues sur tous les continents (Mathieu, 2003). En effet cette espèce est capable de s'adapter à des conditions climatiques très déférentes et peut supporter des sécheresses importantes (Mathieu, 2003). La présence, sur ses racines des nodosités remplies des bactéries symbiotiques capables de fixer l'azote atmosphérique sous forme de molécules organique la rend très peu dépendante de la fourniture d'engrais azoté (Mathieu, 2003).

En plus de ces capacités d'adaptation, cette espèce présente plusieurs avantages par rapport aux autres légumineuses fourragères. En effet en plus d'une production élevée en matière sèche, cette espèce possède une valeur nutritive importante (riche en protéines, en minéraux et en vitamines) (Midoun et al, 2015).

La sécheresse et la salinité constituent des contraintes majeures qui limitent considérablement la productivité végétale (Aissaoui et al., 2007). En effet, l'excès de sel dans le sol affecte le développement des plantes a différents niveaux (la germination, la croissance, la floraison et la fructification) à des degrés variables conduisant à terme à des baisses de rendement et de qualité des productions .La tolérance au sel a été beaucoup étudiée chez les halophytes (végétaux adaptés aux milieux hypersalés ou par extension aux milieux à pression osmotique importante), pour comprendre les mécanismes développés pour leur adaptation. La tolérance au sel est un caractère complexe qui fait intervenir un ensemble de mécanismes chez les plantes (Midoun et al, 2015).

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 (Mahrouz, 2013).

Dans ce contexte, l'objectif de notre travail est l'étude du comportement et la caractérisation de 10 populations locales de Luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.) sous contrainte saline (chambre de culture) et en plein champs dans les conditions édapho-climatiques de la région de M'sila (région aride).

L'étude complète comptera trois chapitres :

- **Le chapitre I** est une synthèse bibliographique qui abordera au début une présentation de l'espèce étudiée (la Luzerne) et qui se termine sur l'effet de la salinité sur la croissance et le développement des plantes.
- **Le chapitre II** expose la méthodologie que nous avons utilisée et développée.

- **Le chapitre III** est réservé à l'ensemble des résultats et la discussion des résultats obtenus, on termine avec une conclusion générale.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I. Synthèse bibliographique

I.1: les légumineuses fourragères

I.1.1.Présentation générale des légumineuses

Les légumineuses ou fabaceae représentent une famille importante et variée des angiospermes. En effet, il s'agit de la troisième plus grande famille chez les plantes supérieures avec plus de 720 genres et 20 000 espèces allant de la luzerne (**Medoukali,2016**).

La famille des légumineuses est très diverse avec 03 sous familles : Mimosoideae, Caesalpinioideae, et Papilionoideae (**Chafai,2012**).

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

Dans le bassin méditerranéen, la culture des plantes légumineuses occupe une place primordiale au niveau des agrosystèmes vu leurs intérêts agronomiques, économiques et nutritionnels qu'elles apportent via leur symbiose avec les Rhizobia. En effet, cette symbiose fournit l'azote nécessaire pour la croissance et le développement de la plante et contribue à l'amélioration du bilan azoté des sols (**Farissi et al,2014**).

Les légumineuses fournissent majoritairement des glucides (source d'énergie métabolique) et des protéines (sources d'éléments constitutifs et régulateurs) mais également une panoplie variée selon les espèces des autres éléments (lipides, fibres, éléments minéraux, vitamines) pour l'alimentation des hommes et des animaux.

Les légumineuses fourragères sont cultivées pour l'ensemble de la partie aérienne de la plante (avec en particulier des feuilles riches en protéines) afin de nourrir les animaux, soit par pâturage, soit après conservation du fourrage (foin, ensilage, déshydratation).

Les légumineuses sont aussi une source importante d'huiles végétales (arachide) et de bois de qualité (bois de rose, ébène) (**Medoukali,2016**).

I.1.2 Intéret des légumineuses fourragères

Les légumineuses comportent de nombreux avantages qui rendent leur utilisation tout à fait justifiée, dans l'alimentation animale et dans l'intensification agricole. Elles sont donc particulièrement indiquées en Algérie, où le déficit fourrager est important (**Abdelguerfi-Berrakia,1985**).

Le mot « fourrage » désigne l'ensemble de produits végétaux destinés à l'alimentation de certains animaux domestiques, les herbivores, élevés principalement pour leur lait ou leur viande. Il s'agit en fait de l'herbe des prairies et des plantes annuelles très variées (**Chaabna, 2001**).

I.1.2.1 Intérêt agronomique

Du point de vue agricole, l'intérêt des légumineuses est considérable, dans les assolements et rotation. (**Foury, 1954**).

Elles ont un rôle important dans l'amélioration des qualités physiques et chimiques des sols cultivés. Le système racinaire aère le sol de telle façon que la plante ultérieure pousse son système racinaire dans les petits canaux laissés par la plante précédente.

Elles présentent une grande productivité et une grande résistance à la sécheresse. (**Khelifi, 2008**).

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 (**Benfriha, 2008**).

Les plantes fourragères et pastorales permettent de lutter contre l'érosion des sols des différentes manières:

. Les plantes pérennes, grâce à leur système racinaire puissant, protègent le sol contre l'action érosive des eaux.

. Les plantes fourragères et pastorales, par l'enrichissement du sol en matière organique, améliorent la stabilité structurale du sol et le rendement ainsi moins sensible aux agents dégradants (**Abdelguerfi et Laouar, 2002**).

I.1.2.2 Intérêt économique

Les légumineuses sont considérées comme une source importante de protéines qui rend leur valeur nutritive supérieure à celle des graminées (**Caputa, 1967**). 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**).

Pour les chaptel, 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 (**Benfriha, 2008**).

I.2. Données représentatives de la luzerne

I.2.1. Historique et origine

la culture de la luzerne est très ancienne. Elle remonterait à plus de 700 ans av. J.C. Elle est originaire du sud-ouest de l'Asie dans les hauts plateaux des Caucase, Iran, Afghanistan et la Turquie d'où elle se serait répandue dans le monde entier. Cette plante herbacée est l'une des plus cultivées au monde, constitue un précieux aliment pour le bétail, car elle jouit d'un intérêt liée notamment à sa teneur et son offre très élevé en protéines (**Mauriès ,1994**)

Le plus vieille référence connue de culture de luzerne cultivée (*Medicago sativa L*) date 1300 ans avant J.C. en Turquie mais. Son extension en Europe n'a début réellement qu'avec l'Empire romain, même si les phéniciens l'on introduit dans le bassin méditerranéen occidental. Elle se répand ensuite et à la fin du XVII^e siècle sa zone de culture est mondiale (**Medoukali,2016**).

Elle est considérée des 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 de nord (**Midoun et al., 2015**).

Géographiquement, les espèces pérennes et annuelles du genre *Medicago* ne se distribuent pas de la même manière. Les espèces annuelles sont cantonnées particulièrement dans la région méditerranéenne. Par contre, les espèces pérennes sont à large distribution et se localisent plutôt à l'Est de la Méditerranée et principalement au Centre et à l'Ouest asiatique (Figure 01) (**Medoukali,2016**).

Elle préfère les climats de type méditerranéen .Au total la luzerne représente dans le monde près de 32 millionsd'hectares dont 14 millions en Amérique du nord ou elle est le mieux représentée (**Mathieu, 2003**).

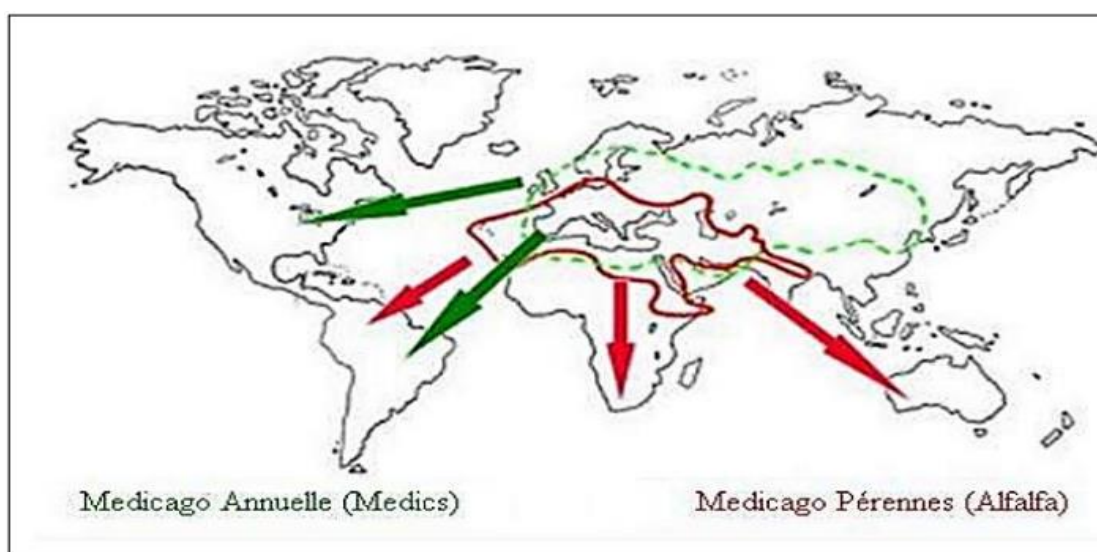


Figure 01 :Origine géographique de *Medicago* (**Medoukali,2016**).

I.2.2. Généralité sur la luzerne

La luzerne est une légumineuse (famille des Leguminosae, espèces *Medicago sativa* L et *Medicago falcata* L), caractérisée par sa capacité à fixer l'azote atmosphérique, grâce à une symbiose existant entre la plante et une bactérie qui se développe dans son système racinaire (Mathieu, 2003). En conditions favorables, c'est l'une des plus importantes espèces de légumineuses utilisée dans l'agriculture. Sa haute qualité nutritionnelle et son rendement végétatif fait d'elle un fourrage d'excellence (Boudour, 2012).

La luzerne s'adapte facilement à des milieux divers en termes de climat et de pluviométrie. (Mathieu, 2003).

La luzerne constitue selon (Midoun et al., 2015):

- 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.

I.2.3. Systématique

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.2.4.Morphologie de la luzerne

La luzerne est une dicotylédone. A la levée vont d'abord émerger deux cotylédons. La première feuille est unifoliée, les feuilles suivantes sont composées de trois folioles rattachées à la tige par un pétiole. Elles sont dites trifoliées. Au cours de son développement la première tige grandit en produisant des feuilles alternées. Le bourgeon axillaire de la première feuille unifoliée se développe ensuite pour donner une tige secondaire démarrant à sa suite depuis le niveau des cotylédons (Mathieu, 2003).

La tige est dressée et ascendante, très ramifiée, pouvant atteindre plus de 80 cm de haut (Foury, 1954). La luzerne développe en même temps une racine pivotante principale et des racines secondaires plus ou moins ramifiées (Mathieu, 2003).

Les fleurs apparaissent entre le 6^{ème} et le 14^{ème} entrenœud en fonction des conditions du milieu et de leur déterminisme génétique (Mathieu, 2003). Le fruit est une gousse non épineuse, recourbée ou spiralée à 2-3 tours spires renfermant plusieurs grains réniformes luisants, nombreuses, de couleurs jaune verdâtre, le poids de 1000 grains est d'environ 2 g (Foury, 1954).



Figure03 : Morphologie de la luzerne (*Medicago sativa* L) (**Boudour, 2012**).

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1: Fleur. | 2 : Fleur épanouie. |
| 3: Fleur ouverte | 4et5 : Un pétale. |
| 6: Une inflorescence en stade fructification. | 7 : Une gousse. |
| 8: Une graine. | 9 : Coupe longitudinale d'une graine. |

I.2.5.Cycle de développement de la luzerne

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

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

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

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

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

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

Stade 6: floraison, maturité.

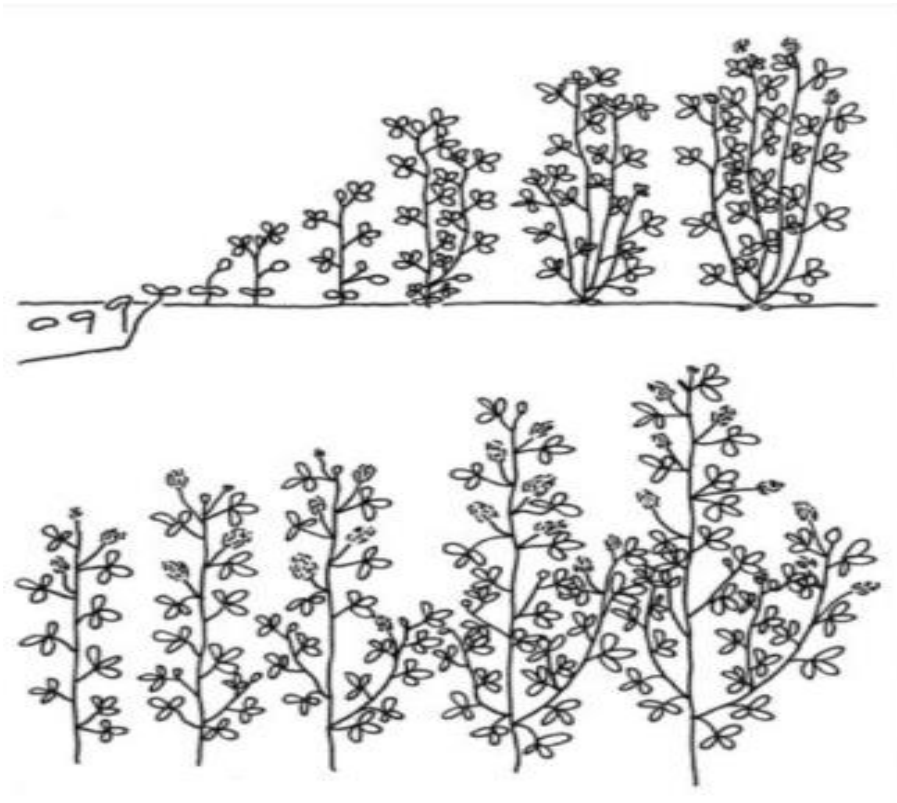


Figure 04 :Développement d'une plante de luzerne (Mathieu, 2003).

I.2.6. Exigences de la culture de la luzerne

I.2.6.1. Exigences climatiques

I.2.6.1.1. Température

Les températures optimales de croissance pour la luzerne se situent à un palier élevé de 20 à 30 °C. Des températures trop faibles abaissent le niveau de photosynthèse. Le zéro de germination est de l'ordre de 1°C, la température agit sur la croissance (Mouhammedi, 2013).

Dans un lit de semences bien préparé et suffisamment humide, la germination intervient si la température est au minimum de 7°C, l'optimum étant de 25°C (Khelifi, 2008).

I.2.6.1.2. Eau

Pour une croissance satisfaisante de la jeune plantule le sol doit être suffisamment humide. Les besoins en eau des légumineuses sont importants, pour élaborer 1 kg de matière sèche il faut 600 kg d'eau. Les besoins en eau des cultures sont liés aux conditions climatiques à la biologie de la plante dans le sol (Mouhammedi, 2013).

I.2 .6.2. Les facteurs édaphiques

I.2.6.2.1. pH de sol et son état calcique

Les sols les plus favorables pour la luzerne sont des sols sains bien drainés, aérés avec une réserve en eau. Le pH doit être basique ou supérieur à 6.5. La germination de la luzerne peut s'effectuer à un pH très bas, mais la croissance de la plantule est fortement ralentie (**Bougadad et al., 2015**).

I.2.6.2.2. Exigence en éléments minéraux

Pour obtenir un bon rendement d'une culture de luzerne, il faut lui apporter les éléments nutritifs pour une production élevée de 2 à 5 ans la luzerne peut appauvrir le sol en potasse, elle en exporte 800 à 1000kg/ha en quatre ans (**Bougadad et al., 2015**).

1.2.7. La mise en place de la culture

1.2.7.1. Préparation du sol

Un labour de 40 à 50 cm.

- Hersage et nivelage (couche superficielle bien émietée);
- Préparation de lit de semence, qui doit précéder de peu le semis (**Chaabena, 2001**).

1.2.7.2. Fertilisation

Généralement, on pratique les doses suivantes 260 U/ha de K₂O et de P₂O₅: 120 U/ha avant labour, 40 U/ha au semis, 30 U/ha de l'azote au semis.

Fumure de fond : 50 qx/ ha avant labour (**ITDAS, 1993**).

1.2.7.2. Epoque et mode de semis

En général, le semis est effectuée de septembre à octobre, et il peut être pratiqué jusqu'à mi-avril, si les gelées ne sont pas à craindre. On préfère les semis d'automne en Algérie qui donne des luzernières régulières (**Foury, 1954**). Dose de semis 25 à 30 kg/ha avec une profondeur de 2 cm (**ITDAS, 1993**).

Mode de semis on semis soit à la volée soit en lignes espacées de 20 à 40 cm (**Foury, 1954**).

I.2.8. Intérêts et utilisation

La diffusion de la luzerne est la conséquence de ses rôles agronomique, écologique, économique et nutritionnel.

I.2.8.1 Intéret et utilisation agronomique

Parmi les légumineuses, la luzerne a vraiment bien mérité l'appellation de « reine des cultures fourragères », car elle fournit un fourrage riche en éléments nutritifs, en protéines, en matières azotées digestibles et en vitamines (**Boudour, 2012**). Elle permet, non seulement d'économiser l'azote, mais encore elle en restitue à la culture suivante. Elle peut suffire à elle seule à fertiliser tout un système cultural sans apport d'azote. Cette particularité de pouvoir

utiliser l'azote atmosphérique en plus de ses racines descendant à deux ou trois mètres de profondeur, assure l'amélioration des qualités physicochimiques du sol (**Thiebeau et al., 2001**).

Elle mobilise fortement les nitrates du sol, limitant leur lessivage et empêche ainsi les mauvaises herbes de se développer (**Boudour, 2012**).

Restant en place 26 à 38 mois, la luzerne diminue fortement l'exposition des sols cultivés qu'elle occupe aux phénomènes d'érosion dus aux écoulements de surface des pluies ou aux vents (**Boudour, 2012**).

I.2.8.2 Intérêt économique

L'intérêt économique est dû essentiellement à la grande productivité de la luzerne et surtout à la multiplicité d'usage qu'elle peut permettre : par ordre croissant d'intensivité : couverture de protection, pâture, fourrage vert, foin, ensilage, déshydratation, fractionnement, extraction de protéines et xanthophylles, production de fibres pour l'industrie de la papeterie, etc (**Bouzina, 2013**).

I.2.8.3. Intérêt écologique

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**).

I.2.8.4 Intérêt et utilisation nutritionnelle

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, qui se caractérisent par une valeur énergétique moyenne (0,7 UF/Kg de matière sèche) et une teneur en protéines élevée (**Boudour, 2012**).

Elle apporte une combinaison intéressante de minéraux et oligo-éléments. 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.3. Généralité sur le stress et la salinité chez les végétaux

I.3.1. définition d'un stress

On appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. Par ailleurs, la réponse du végétal dépend, entre autres, de ces paramètres environnementaux, (le type de contrainte, son intensité et sa durée) et génétiques (espèce et génotype) (**Baba, 2010**).

Selon **Dutuit et al (1994)**, le stress est le dysfonctionnement (rupture d'un équilibre fonctionnel) produit dans un organisme ou dans un système vivant, par exemple par une carence.

Le stress est un ensemble de conditions qui provoquent des changements de processus physiologiques résultant éventuellement en dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement (**Baba, 2010**).

I.3.2. Catégorie de stress

Les plantes sont souvent confrontées à des conditions environnementales défavorables qu'on peut dénommer "stress" et qui ont pour conséquence une diminution de la croissance. Tous les stress impliquent des réactions de signalisations capables d'aboutir à la mise en place de défense ou de déclencher une mort cellulaire programmée.

On distingue de grandes catégories de stress:

Biotique: imposé par d'autres organismes (insectes, herbivores...)

Abiotique: provoqué par un défaut ou excès de l'environnement physico-chimique comme la sécheresse, les températures extrêmes, la salinité...

Les stress abiotiques ou environnementaux affectent la croissance et le rendement des plantes. En effet, contrairement aux animaux qui peuvent se déplacer lorsque les conditions de vie ne leur sont plus favorables, les plantes ont développé des stratégies d'adaptation pour répondre

aux chocs chimiques ou physiques, engendrés par l'environnement en contrôlant et en ajustant leur système métabolique (**Baba, 2010**).

I.3.2.1. Le stress salin

Le stress salin est défini comme une concentration excessive en sel. Le terme stress salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na^+ et Cl^- (**Midoun et al., 2015**).

Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec" (**Midoun et al., 2015**).

La quantité de sels dans le sol que les plantes peuvent supporter sans grand dommage pour leur culture, varie avec les familles, les genres et les espèces, mais aussi les variétés considérées (**Midoun et al., 2015**).

I.3.3. 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**).

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 (**Mermoud, 2006**).

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**).

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

I.3.3.1. Salinisation primaire

La salinisation primaire, d'origine géologique, marine ou lagunaire correspond à une salinisation liée au fonctionnement naturel des terrains, sous l'influence du climat, de l'altération des roches et de la dynamique des eaux (**Baba, 2010**).

I.3.3.2. Salinisation secondaire

C'est un processus d'enrichissement d'un sol en sels solubles causé par l'approvisionnement en eau pour l'irrigation et qui aboutit à la formation d'un sol salin. L'irrigation altère le bilan hydrique du sol en générant un apport d'eau supplémentaire ; cet apport est toujours associé à un apport de sels. En effet, même une eau douce de la meilleure qualité contient des sels dissous et, si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable. Les échanges de cations entre le sol et l'eau d'irrigation sont le début de la salinisation du sol (**Bouzi, 2010**).

L'accumulation de sels solubles à la surface ou en dessous de la surface du sol à des concentrations qui ont des effets négatifs sur la croissance des plantes et/ou sur les sols. Ceci se produit du fait de l'évaporation qui abandonne sur le sol les sels dissous dans l'eau. La salinisation peut aussi être causée par la remontée capillaire des eaux souterraines salines ou résulter d'une irrigation réalisée avec de l'eau saline (**Bouzi, 2010**).

I.3.4. Causes et effets de la salinisation

Les rares précipitations, l'évaporation élevée, l'irrigation avec de l'eau saline, et les pratiques culturelles sont parmi les facteurs principaux qui contribuent à la salinité croissante. La salinisation secondaire, en particulier, aggrave le problème où une fois que les superficies agricoles productives deviennent impropres à la culture due à la qualité inférieure de l'eau d'irrigation. La salinité excessive affecte la rhizosphère et limite la répartition des plantes dans leur habitat naturel (**Bouزيد, 2010**).

Le fort éclaircissement et les rares pluies dans les régions semi-arides et arides accentuent la salinisation des périmètres irrigués et les rendent impropres aux cultures. L'eau saline occupe 71% de la surface de la terre. Environ la moitié des systèmes d'irrigation existant au monde sont sous l'influence de la salinisation. De tels sols défavorables de faible fertilité sont généralement peu convenables pour la production agricole, entraînant la réduction inacceptable de rendement. En raison du besoin accru de distribution de production alimentaire et d'augmentation des sols affectés par salinité, la recherche sur des réponses des plantes à la salinité a rapidement augmenté en quelques dernières décennies (**Bouزيد, 2010**).

I.3.5. Conséquences de la salinité sur la physiologie des plantes

I.3.5.1. Sur la germination

Les semences des glycophytes et des halophytes répondent de la même manière au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination (**Ismail., 1990 in Lachiheb et al., 2004**). Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (**Ungar., 1978; Kabar., 1986 in Debez et al., 2001**).

Le stade germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre plus sensible que les autres stades (**Mahrouz, 2013**).

I.3.5.2. Sur la croissance et le développement

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

Le stress salin entraîne des modifications morphologiques, mais c'est le poids de la matière végétale sèche et la longueur des tiges qui rendent compte le mieux de la tolérance ou de sensibilité des plantes au sel (**Bekhouche, 1992**).

Selon **Levigneron et al (1995)**, une augmentation brutale de la salinité du sol se traduit par une réduction immédiate de la croissance foliaire.

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**).

Ainsi les *Medicago*, plantes fourragères tel que la luzerne, ont une productivité mesurée en biomasse qui peut être réduite de 40% en présence d'une concentration en sel de 12 g/l. (Levigneron et al, 1995).

I.3.5.3. Sur le comportement biochimique de la plante

Sous les conditions salines il y a un changement dans le modèle d'expression des gènes, et des changements qualitatifs et quantitatifs dans la synthèse des protéines (Reynolds et al., 2001).

Le stress salin induit une perturbation de la composition lipidique et protéique au niveau de la membrane cellulaire, affectant ainsi sa stabilité (Alem et Amri, 2005).

La présence du sel en forte concentration inhibe principalement le métabolisme cellulaire et la photosynthèse (Tremblin et Coudret, 1986).

I.3.5.4. 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.4. Mécanismes de résistance à la salinité

La résistance d'une plante à la salinité s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans des conditions de stress salin (Piri et al., 1994).

Les plantes développent plusieurs stratégies pour limiter le stress salin, qui diffèrent selon la catégorie de la plante (Berthomieu et al., 2003).

Chez les plantes sensibles au NaCl, le Na⁺ s'accumule dans les racines, puis exclu des feuilles, ces plantes sont dites « excluser ». A l'inverse, les plantes tolérant le NaCl, sont dites « incluser » car elles ont en général des feuilles plus chargées en Na⁺ que les racines lorsqu'elles sont cultivées en présence de sel (Haouala et al., 2007)

I.4.1. Exclusion

La plante empêche le sel de remonter dans la sève jusqu'aux feuilles. La présence de l'endoderme dans les racines ainsi que le transport sélectif, leur permet d'absorber les ions nutritifs utiles et de réexcréter les ions Na⁺.

D'autres mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les feuilles mais les gènes qui les gouvernent sont encore largement inconnus (Midoun et al., 2015).

I.4.2. Inclusion

La plante retient 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 (Berthomieu *et al.*, 2003), ou excrété par des glandes vers l'extérieur (Alem et Amri, 2005).

I.4.3. La réexcrétion

La plante a la capacité de réexpédier aussitôt l'excès de sel parvenu jusqu'au feuilles vers ses racines, par l'intermédiaire de sa sève descendante par le phloème. Les racines peuvent ensuite réexcréter le sel à l'extérieur et l'éliminer vers le sol (Berthomieu *et al.*, 2003).

I.4.4. 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 *et al.*, 2015).

I.4.5. 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 de glycolyse ou le saccharose (provenant de l'hydrolyse de l'amidon).

Les sucres pourraient contribuer à plus de 50% à l'ajustement osmotique des glycophytes soumises aux conditions de salinité (Farissi *et al.*, 2014).

I.5. Mécanisme d'adaptation à la salinité

I.5.1. adaptation morphologique

La succulence, qui se traduit par une accumulation d'eau dans les cellules constitutives des tissus des organes aériens, est l'un des caractères les plus communs aux halophytes. La succulence des cellules foliaires augmente, se traduisant par une augmentation de l'épaisseur des feuilles sont l'une des modifications qui apparaît de façon plus importante chez les espèces les plus tolérantes. On note de plus la réduction de la surface foliaire, par exemple chez *Cressa cretica* et *Tamarix gallica* (Raache et Karboussa, 2004); la présence d'une cuticule épaisse et l'apparition plus précoce de la lignification de quelques organes à la fin de leur cycle de vie (Baba, 2010).

I.5.2. Adaptation anatomique

Des modifications anatomiques apparaissent au niveau des différents organes lors d'un stress salin. Selon **Poljakoff-mayber (1975)**, on observe des modifications du cortex qui, chez les halophytes est constitué de deux à trois couches de cellules seulement, ainsi qu'une diminution du diamètre de la stèle au niveau des racines du blé et chez la tige de la tomate, où le cortex devient épais alors que le nombre de vaisseaux conducteurs diminue.

D'autres modifications s'observent sous l'effet de la salinité comme la raréfaction des stomates, la présence de tissus de soutien et l'abondance du parenchyme aquifère

Certaines plantes peuvent développer différentes stratégies qui leur permettent de réguler les concentrations internes en ions. Lors d'un stress salin, les halophytes sont capables de compartimenter les ions Na^+ et Cl^- au niveau vacuolaire. Certaines halophytes possèdent des structures spécialisées, appelées « glandes à sel », constituées d'une à plusieurs cellules, sont souvent protégées par une mince cuticule perforée de pores, situées au niveau des cellules épidermiques des feuilles et des tiges, ayant pour rôle d'excréter le sel, lorsque la charge minérale des tissus est excessive (**Thomson, 1975**).

Chapitre II
Matériel et Méthodes

II. Matériels et Méthodes

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 d'agriculteurs semenciers connus au niveau des localités dont le nom est porté par les populations:

- Megarine (Touggourt), In salah, Janet, Temacine (Touggourt), Hassilaabid (Elmeniaa), Nezla , Toujjine (Jamaa), Tamentit (Adrrar) , Guemar, ChottOurgla (Ourgla).

Certaines caractéristiques de ces populations sont présentées au niveau de tableau 03.

Tableau N°01 : Quelques caractéristiques des populations de luzernes étudiées.

N° Pop	Nom site	PMG (g)	Altitude	LatitudeNord	Longitude	FG (%)
1	Megarine	2.475	65	33°09	6°05E	65.33
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	Hassilaabid	2.364	398	30°37	2°52E	94
6	Nezla	2.763	67	33°05	6°04E	92
7	Toujjine	2.558	21	33°32	6°02E	90.67
8	Tamentit	2.508	242	27°45	0°15E	93.33
9	Guemar	2.143	61	33°29	6°47E	90.67
10	Chottouargla	2.66	132	31°57	5°22E	88

(Boudebous, 2009).

II.Premier essai

II.1.1.Objectif du premier essai

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

II.1.2. Dispositif expérimental

L'étude a été conduite dans une chambre de culture, au niveau du laboratoire. Le dispositif expérimental adopté est un bloc aléatoire complet avec 03 (blocs) chaque bloc est constitué d'une série de pots de 5 traitements (figure 05).

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 à partir de l'apparition de la première feuille trifoliée.
- le deuxième facteur étudié est représenté par les populations avec 10 niveaux: Megarine (Touggourt), In salah, Janet, Temacine (Touggourt), Hassilaabid (El meniaa) , Nezla , Toujjine (Jamaa), Tamentit (Adrar) , Guemar, Chott Ourgla (Ourgla).

Bloc 01:

P8T0	P5T0	P1T0	P3T0	P9T0	P2T0	P10T0	P7T0	P4T0	P6T0
P8T1	P5T1	P1T1	P3T1	P9T1	P2T1	P10T1	P7T1	P4T1	P6T1
P8T2	P5T2	P1T2	P3T2	P9T2	P2T2	P10T2	P7T2	P4T2	P6T2
P8T3	P5T3	P1T3	P3T3	P9T3	P2T3	P10T3	P7T3	P4T3	P6T3
P8T4	P5T4	P1T4	P3T4	P9T4	P2T4	P10T4	P7T4	P4T4	P6T4

Bloc 02:

P3T0	P7T0	P9T0	P2T0	P1T0	P6T0	P10T0	P4T0	P8T0	P5T0
P3T1	P7T1	P9T1	P2T1	P1T1	P6T1	P10T1	P4T1	P8T1	P5T1
P3T2	P7T2	P9T2	P2T2	P1T2	P6T2	P10T2	P4T2	P8T2	P5T2
P3T3	P7T3	P9T3	P2T3	P1T3	P6T3	P10T3	P4T3	P8T3	P5T3
P3T4	P7T4	P9T4	P2T4	P1T4	P6T4	P10T4	P4T4	P8T4	P5T4

Bloc 03:

P6T0	P4T0	P7T0	P10T0	P5T0	P3T0	P2T0	P8T0	P1T0	P9T0
P6T1	P4T1	P7T1	P10T1	P5T1	P3T1	P2T1	P8T1	P1T1	P9T1
P6T2	P4T2	P7T2	P10T2	P5T2	P3T2	P2T2	P8T2	P1T2	P9T2
P6T3	P4T3	P7T3	P10T3	P5T3	P3T3	P2T3	P8T3	P1T3	P9T3
P6T4	P4T4	P7T4	P10T4	P5T4	P3T4	P2T4	P8T4	P1T4	P9T4



Figure 05 : Disposition de l'essai dans la chambre de culture.

II.1.3. méthodologie de travail

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

II.1.3.1. Préparation des solutions:

On a utilisé l'eau distillée comme témoin avec des solutions de NaCl à différentes concentrations.

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

Tableau n°02: composition des solutions salines.

Solution	Concentration de NaCl (g.l ⁻¹)	Concentration de NaCl (mM.l ⁻¹)
S1	4,96	85
S2	9,92	170
S3	14,88	254
S4	19,84	339

II.1.3.2. Préparation des graines

Avant le semis les gaines choisies doivent être saines et elles ont été sélectionnées selon leur taille, leur forme et leur couleur.

II.1.3.3. Préparation du substrat de culture

Le substrat de culture utilisé est un mélange de sable et de terreau, 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.1.3.4. 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 arrossages.

II.1.3.5. Semis

Le semis a été réalisé le 07/03/2018.

Le semis à été effectué manuellement à raison de sept 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.1.3.6. L'application du stress salin

Le stress est appliqué à partir de l'apparition de la première feuille trifoliolé le 25/03/2018 à l'âge de dix-huit jours après le semis, les plantes vont subir un stress salin 12 fois durant un mois.

II.1.4. Les paramètres mesurés

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

II.1.4.1. 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 autocad 2013.

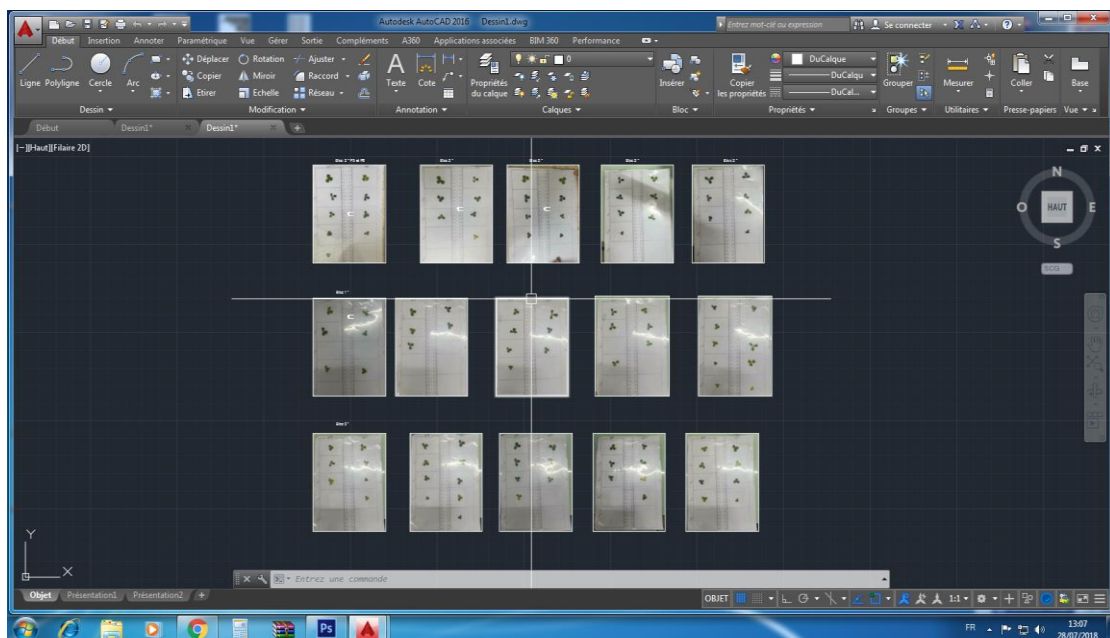


Figure 06 : Mesure de la surface foliaire avec le logiciel autocad 2013.

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). Le poids spécifique foliaire (PSF) est déterminé par la formule suivante (Araus et al, 1998 in Zeghida et al, 2004):

$$\text{PSF (g/mm}^2\text{)} = \text{PF/SF.}$$

c. Hauteur de la tige principale

Lalongeur 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 de feuilles par plante : il représente le nombre de feuilles trifoliées élaborées par la plante jusqu'à l'apparition de la première fleur.

e. Nombre d'entre nœuds : il représente le nombre d'entre nœuds élaborés par la plante jusqu'à l'apparition de la première fleur.

II.1.4.2. Paramètres de biomasse

II.1.4.2.1. Poids frais : il est obtenu après avoir effectué une coupe au niveau du collet et pesage à l'aide d'une balance de précision (figure 07).



Figure 07 : la plante de luzerne avant la coupe.

II.1.4.2.2. 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.:Deuxième essais

II.2.1.Présentation de la région d'étude

II.2.1.1.Cadre géographique

La Wilaya de M'sila, dans ses limites actuelles, occupe une position privilégiée dans la partie centrale de l'Algérie du nord. Dans son ensemble, elle fait partie de la région des Hauts Plateaux du Centre et s'étend sur une superficie de 18.175 km². Elle est située à 35°40' latitude Nord et 04°30' longitude Est, sur une altitude d'environ 441 m. Elle est située au Sud Est d'Alger, limitée au Nord par les Wilayates de Médéa, Bordj Bou-Arredj, Sétif et Bouira ; à l'Ouest par Djelfa ; à l'Est par Batna et au Sud par Djelfa et Biskra (Figure08) (Bahri et Bouafia, 2016).



Figure 08: situation géographique de la zone d'étude.

II.2.2. Climat

Les données climatiques dans la présente étude proviennent de la station météorologique de M'sila et couvrent une période de 30 ans allant de 1988 à 2017. Ces données recueillies concernent les températures maximales M (°C), les minimales m (°C) et les précipitations P (mm).

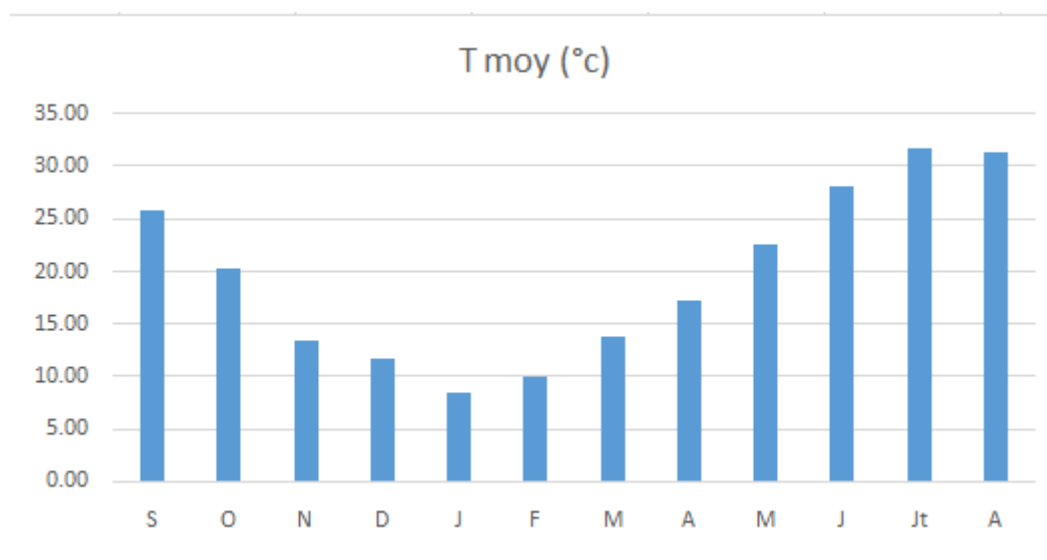
II.2.2.1. Températures

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère. Dans la région de m'sila la température maximale est enregistrée au mois de juillet avec 31.8°C, alors que la température minimale est enregistrée au mois de janvier avec 8,4°C (Figure 09) (Annexe 01).

Tableau n°03 : températures moyennes mensuelles de la station de M'sila (1988-2017)

Mois	S	O	N	D	J	V	M	A	M	J	JT	A
T°	25.7	20.3	13.4	11.7	8.4	9.9	13.7	17.1	22.6	28.1	31.8	31.3
Moy(c°)												

Source : S.M.M.2018.

**Figure 09** : températures moyennes mensuelles de la région de m'sila durant la période (1988-2017).

III.2.2.2. Précipitation

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres. Les précipitations mensuelles dans le mois de mai représentent une forte valeur (26.4mm) ce qui fait de lui le mois le plus pluvieux, alors que le mois le plus sec est le mois de juillet qui se caractérise par très faibles précipitations (6.16mm) (figure 10) (annexe 02).

Tableau n°04 : précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la station de M'sila (1988-2017).

Mois	S	O	N	D	J	V	M	A	M	J	JT	A
P (mm)	25.2	24.2	19.14	19.5	18.8	14.5	18.2	21.6	26.4	12.7	6.16	8.9

Source : S.M.M.2018.

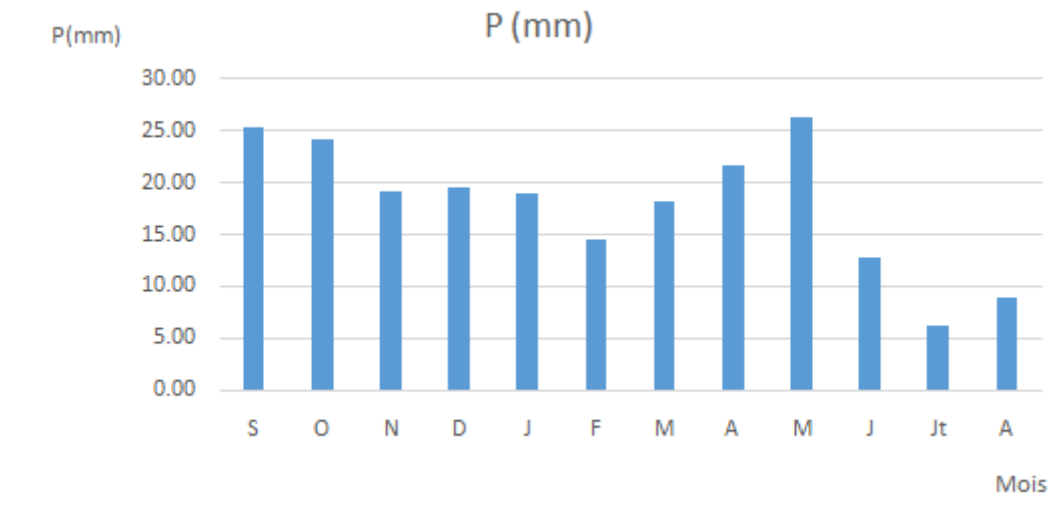


Figure 10 : précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la région de M'sila durant la période (1988-2017).

II.2.3. Localisation

Pour notre étude, l'essai a été réalisée en plein champs au niveau de la pépinière M'sila vert qui se trouve à proximité du pôle universitaire de Msila (Figure 11). Les coordonnées de la pépinière sont dans le tableau 05.

Tableau n°05 : les coordonnées de la ville de M'sila .

Station	longitude	Latitude	Altitude(m)	Période d'observation
M'sila	04°30'	35°40'	441	2017/2018

Source: S.M.M.2018.



Figure 11: localisation de l'essai (google Earth 2017).

II.2.4. Objectif du deuxième essai

Etude de comportement et caractérisation de quelques populations locales de luzerne pérenne (*Medicago sativa L.*) dans les conditions édapho-climatique de la région de M'sila.

II.2.5. Protocole expérimental

Le dispositif retenu est un bloc aléatoire complet. L'ensemble de la surface est subdivisé en trois blocs et chaque bloc contient dix parcelles et chaque parcelle est composée de cinq lignes semées.

Caractéristiques des parcelles :

- surface de chaque parcelle : 1,20 m²
- longueur de chaque ligne : 1m
- la distance entre lignes : 15 cm

bloc 01	P8	P5	P1	P3	P9	P2	P10	P7	P4	P6
bloc 02	P3	P7	P9	P2	P1	P6	P10	P4	P8	P5
bloc 03	P6	P4	P7	P10	P5	P3	P2	P8	P1	P9



Figure12 : Disposition de l'essai en plein champs.

II.2.6.Méthodes

II.2.6.1.Condition de réalisation de l'essai

II.2.6.1.1.Travail de sol

- Labour avec charrue à soc.
- Covercrop croisé.
- Nivellement manuel (au rateau).
- Le précédent cultural avant la mise en place de l'essai est la culture de fève.

II.2.6.1.2.Semis

Le semis a été effectué en ligne à raison de 50 grains/ligne à la date du 12 avril 2018.

On note que l'écartement entre grains est 2cm.

II.2.6.2.3. L'irrigation

L'irrigation s'est faite à raison de 2 fois par semaine.

II.2.6.2.4. Désherbage

Le désherbage est effectué manuellement.

II.2.7.Les caractéristiques physico-chimique du sol

Pour caractériser notre champ expérimental, nous avons procédé aux analyses physiques et chimiques au niveau du l'aboratoire d'agronomie à l'université de M'sila.

L'analyse a porté sur 2 échantillons prélevés à une profondeur de 20 à 40 cm à l'aide d'une tarière (Figure 13).



Figure 13: prélèvement d'un échantillon de sol

II.2.7.1. Granulométrie

Vu les pourcentages des différentes fractions granulométriques constituantes de ce sol, le triangle des textures, nous indique qu'il s'agit d'un sol limon léger sableux (LLS) (annexe 03).

Tableau n°06 : Résultats des analyses granulométrique du sol.

Echantillon	Argile (%)	L.F (%)	L. G (%)	S. F (%)	S. G (%)
(1)	5	42,5	28	11,4	13,1
(2)	2,5	7,5	60	14,4	16,55

II.2.7.2. Calcaire totale

Le calcaire total a été analysé par la méthode gazométrique (calcimètre de Bernard). Les résultats obtenus montrent que notre sol est fortement calcaire. (annexe 04)

Tableau n°07: teneur en calcaire total du sol (%).

Profondeur	Teneur de calcaire (%)
20-40	45

II.2.7.3. Le ph

Le ph a été déterminé à l'aide d'un ph mètre. Les résultats obtenus montrent que le ph de notre sol et de l'eau d'irrigation sont légèrement basique.

Tableau n°08 : le ph de solution du sol et d'eau d'irrigation

	sol	eau
Ph	7,99	7,63

II.2.7.4. La conductivité

La conductivité électrique d'un liquide est fonction de sa concentration en électrolytes. En pratiquant des extraits aqueux de sols, la mesure de la conductivité permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur globale en sels dissous.

Tableau n°09 : la conductivité électrique du sol et d'eau d'irrigation (mmhos/cm)

	Sol	Eau
CE(mMhos/cm)	2,03	4,93

D'après l'échelle de salinité (**richard L.A**), notre sol est salé et notre eau d'irrigation est très salée. (Annexe 05)

II.2.7.5.Matière organique

Le MO a été déterminé par la méthode de **Walkley et Black**. Le résultat obtenu montre que notre sol est riche en matière organique (Annexe 06).

Tableau n°10: teneur en MO du sol

MO(%)	4,35
--------------	------

II.2.8.Les paramètres mesurés

a-Date de levée (en jours)

La date de levée est notée quand 50% des plantules émergent du sol, pour l'ensemble des variétés, elle est exprimée en nombres de jours écoulés entre la date de semis et la date d'apparition des feuilles cotylédonaires.

b-Longueur de la tige principale (cm)

Lelongeur de la tige est mesuré à l'aide d'une règle (cm), de la surface du sol à l'extrémité de la plante. La valeur retenue est une moyenne de trois mesures par parcelle prises au hasard (Figure 14).



Figure 14: la mesure de la tige principale.

c-Diamètre de la tige (mm)

Cette mesure a été faite à l'aide d'un pied à coulisse au milieu de la tige sur des rameaux au stade boutons floraux pris au hasard.

d-Nombre d'entre nœud

Comptage du nombre d'entre noeud au moment de la coupe sur des plantes prises au hasard.

e-Nombre des feuilles par tige

Comptage du nombre de feuilles par tiges au moment de la coupe sur des tiges prises au hasard.

f-Nombre des feuilles par plante

Comptage du nombre de feuilles par plant au moment de la coupe sur des plantes prises au hasard.

g-Nombre des fleurs par plante

Comptage du nombre de fleurs par plant au moment de la coupe sur des plantes prises au hasard.

h-Nombre des ramifications

Comptage du nombre de tiges par plant au moment de la coupesur des plantes prises au hasard.

i-Poids frais

Le poids frais a été déterminé, en pesant la quantité de matière verte, du matériel végétale coupé au stade début floraison.

j-Poids sec

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



Figure 15: le poid sec de la plante.

l-Teneur en matière sèche (%)

Elle est obtenue en appliquant la formule suivante:

Teneur en matière sèche % = (poids sec/poids frais) x100.

II.2.9. Analyse statistique

Les résultats obtenus sont traités et analysés à l'aide du logiciel statistique 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 de 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 présentée dans un tableau de données, elle permet aussi de visualiser la position des variables étudiées selon le 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 Ascendant Hiérarchique (CAH)

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

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
Résultats et Discussions

III.1.Résultats et discussion

III.1.1.Résultats du premier essai

III.1.1.1. Analyse de variance

III.1.1.1.1. Analyse des paramètres morphologiques

A/ La surface foliaire

L'analyse de la variance a montrée des différences très hautement significatives entre les différents traitements salins appliqués, mais ne montre aucune différence significative entre les populations et ne révèle aucune interaction entre les deux facteurs (Tableau 11).

Tableau n°11: analyse de la variance pour la surface foliaire (mm²) (SF).

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Proba	sign
VAR.POP	9	22750	2527.8	1.5875	0.1396922	NS
VAR.TRAIT	4	82214	20553.4	12.9077	1.212e-07	***
VAR. BLOC	2	28240	14120.0	8.8674	0.0004227	***
VAR.POP:TRAIT	26	21764	837.1	0.5257	0.9633455	NS
VAR. RESIDUELLE	60	95540	1592.3			

Les résultats obtenus sont compris entre 172,70 mm² et 118,36 mm². Le maximum a été enregistré par la population Hassi laabid (P5) et le minimum par la population Chott ouargla (P10) (Figure16, Annexe 07).

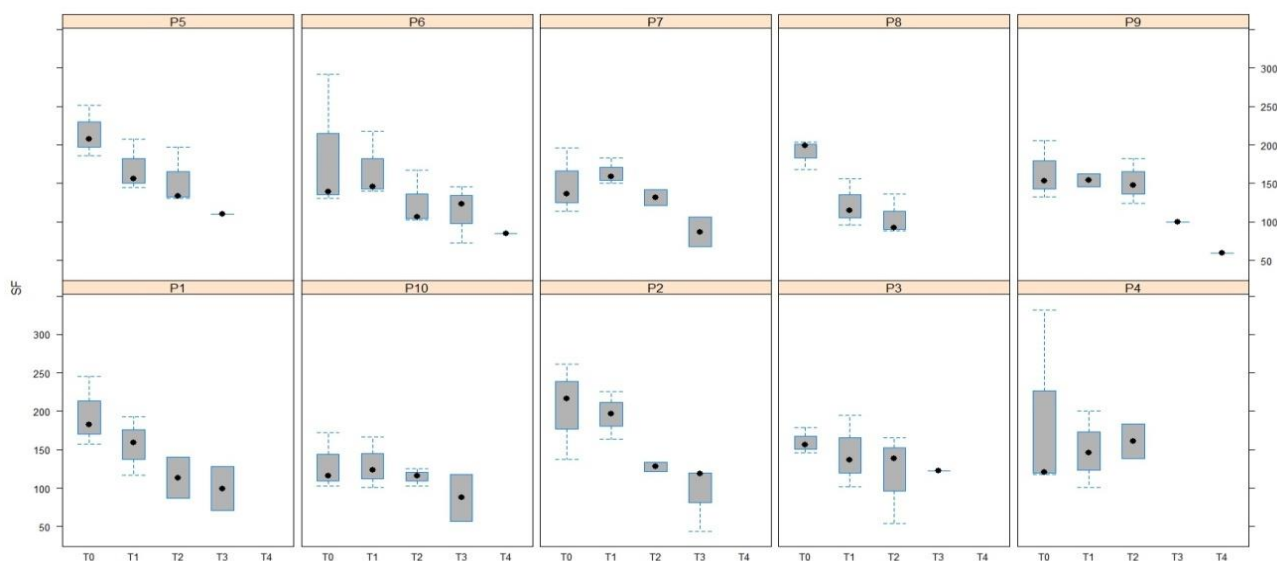


Figure 16: Comportement de chaque population de luzerne sous différentes concentrations salines pour la surface foliaire (SF).

B/ Le poids spécifique foliaire (PSF)

L'analyse de variance pour le poids spécifique foliaire (PSF) a fait ressortir des différences hautement significatives entre les moyennes des différentes populations étudiées et un effet très hautement significatives pour le stress appliqué (Tableau 12).

Tableau n°12 : analyse de variance du poids spécifique foliaire.

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	proba	sign
VAR.POP	9	1.7206e-07	1.9118e-08	3.0756	0.0042572	**
VAR.TRAIT	4	2.7754e-07	6.9385e-08	11.1624	7.803e-07	***
VAR. BLOC	2	1.3033e-07	6.5163e-08	10.4831	0.0001246	***
VAR.POP:TRAIT	26	2.7394e-07	1.0536e-08	1.6950	0.0473348	*
VAR. RESIDUELLE	60	3.7296e-07	6.2160e-09			

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

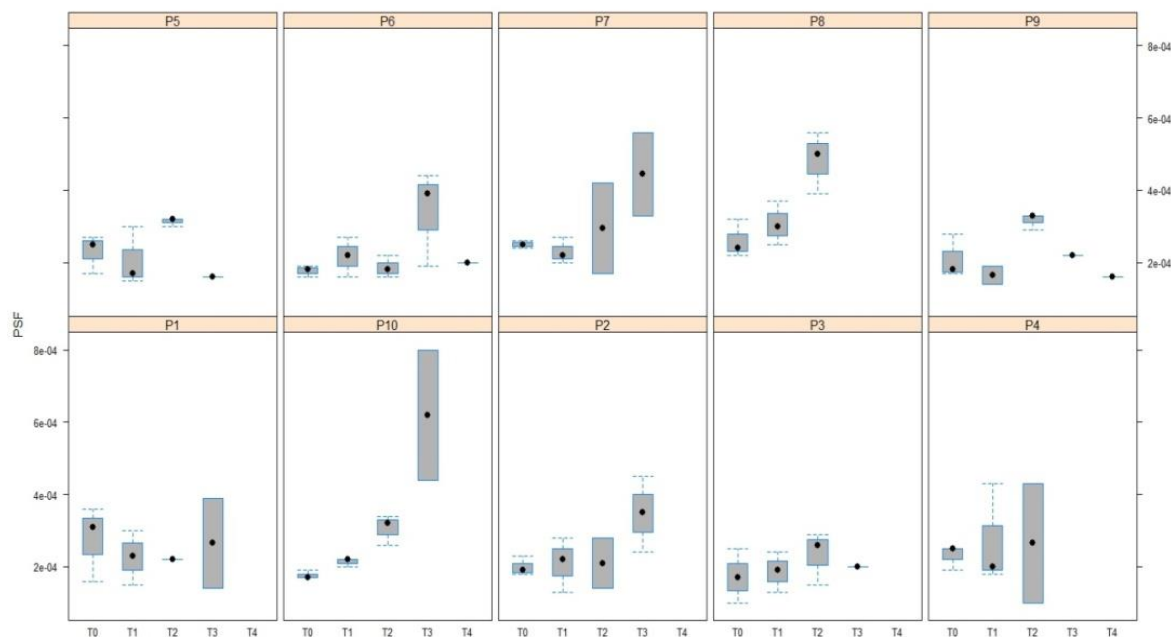


Figure17 : comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids spécifique foliaire (PSF).

C/ Longueur de la tige principale (LTP)

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 meme que l'interaction entre les deux facteurs étudiés. (Tableau 13).

Tableau n°13 : analyse de variance pour la longueur de la tige principale (LTP)

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	proba	sign
VAR.POP	9	83.30	9.26	0.7743	0.64045	NS
VAR.TRAIT	4	2086.07	521.52	43.6242	2.00E-16	***
VAR. BLOC	2	98.14	49.07	4.1045	0.02134	*
VAR.POP:TRAIT	26	141.61	5.45	0.4556	0.98511	NS
VAR. RESIDUELLE	60	717.29	11.95			

Les populations de luzerne réagissent de la meme manière d'une concentration à une autre et celles qui ont développées des tiges plus longues en T₀ ont gardées le même comportement en T₁,

T2, T3, T4. La longueur de la tige principale a varié entre 9,17 Tamentit (P8) et 12,41 cm Chott (P10) (annexe 07).

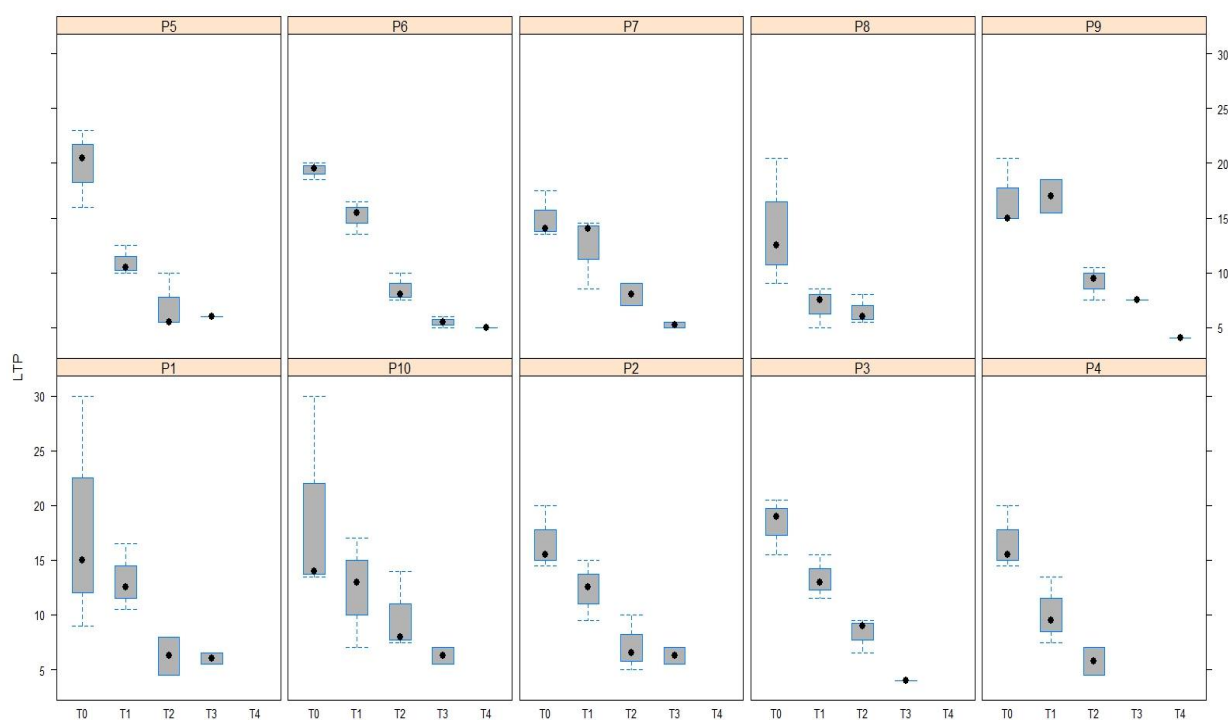


Figure 18: comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour la longueur de la tige principale (LTP).

D/ Nombre de feuilles par plante

Tableau n°14 : analyse de la variance pour le nombre de feuilles par plante.

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	proba	sign
VAR.POP	9	73.97	8.219	0.7027	0.70389	NS
VAR.TRAIT	4	699.31	174.828	14.9470	1.569e-08	***
VAR. BLOC	2	59.70	29.851	2.5521	0.08635	NS
VAR.POP:TRAIT	26	205.08	7.888	0.6744	0.86490	NS
VAR. RESIDUELLE	60	701.79	11.697			

L'analyse de la variance pour le nombre des feuilles par plante (NF) 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. Aucune interaction entre les deux facteurs étudiés n'a été trouvée.

Les résultats obtenus sont compris entre 11.50 Hassi laabid (P5) et 8.20 Meggarine(P1) (annexe 07).

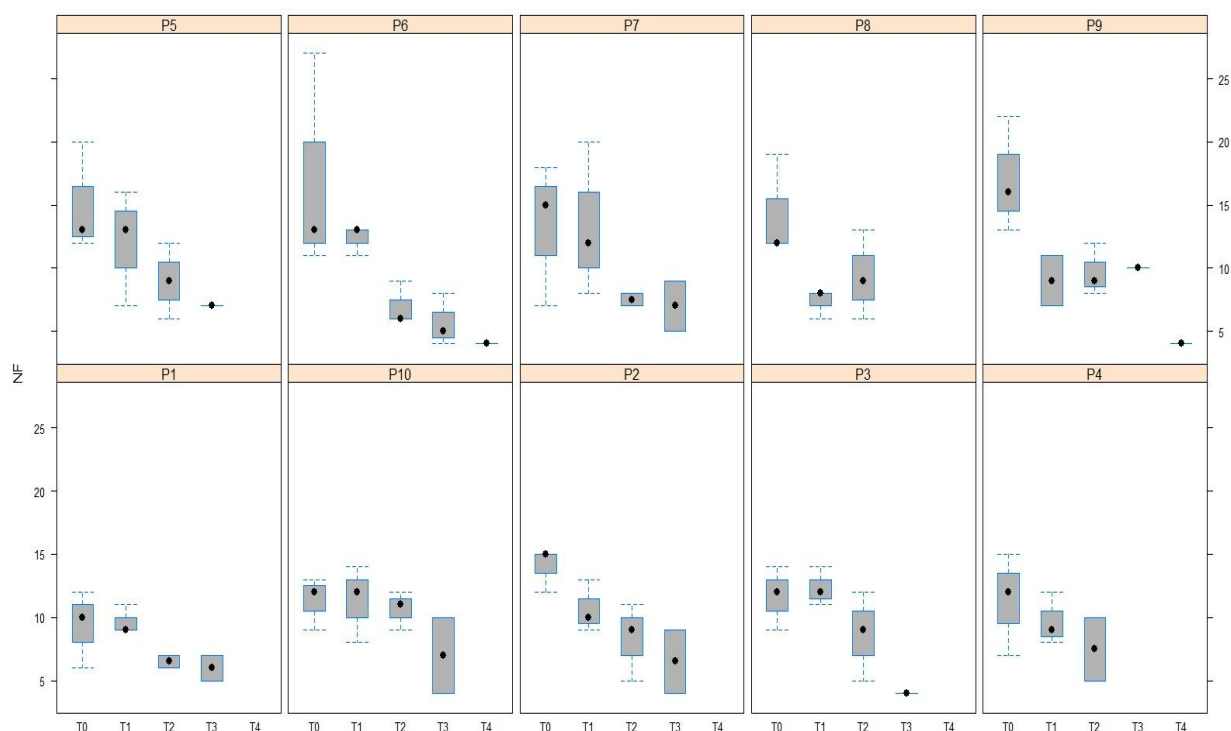


Figure 19 : Comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le nombre de feuilles par plante (NF).

E/ nombre d'entre nœuds

L'analyse de la variance pour le nombre d'entre nœud 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. L'interaction entre les deux facteurs étudiés a été non significative.

Tableau n°15: analyse de la variance pour le nombre d'entre nœuds .

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	proba	sign
VAR.POP	9	14.052	1.561	0.7924	0.62438	NS
VAR.TRAIT	4	203.504	50.876	25.8199	1.808e-12	***
VAR. BLOC	2	16.789	8.394	4.2602	0.01862	*
VAR.POP:TRAIT	26	34.096	1.311	0.6655	0.87279	NS
VAR. RESIDUELLE	60	118.225	1.970			

Les résultats de l'effet de la contrainte saline sur le nombre d'entre nœud sont compris entre 6.18 In Salah (P2) et 7.40 Toujine (P7) (Annexe 07).

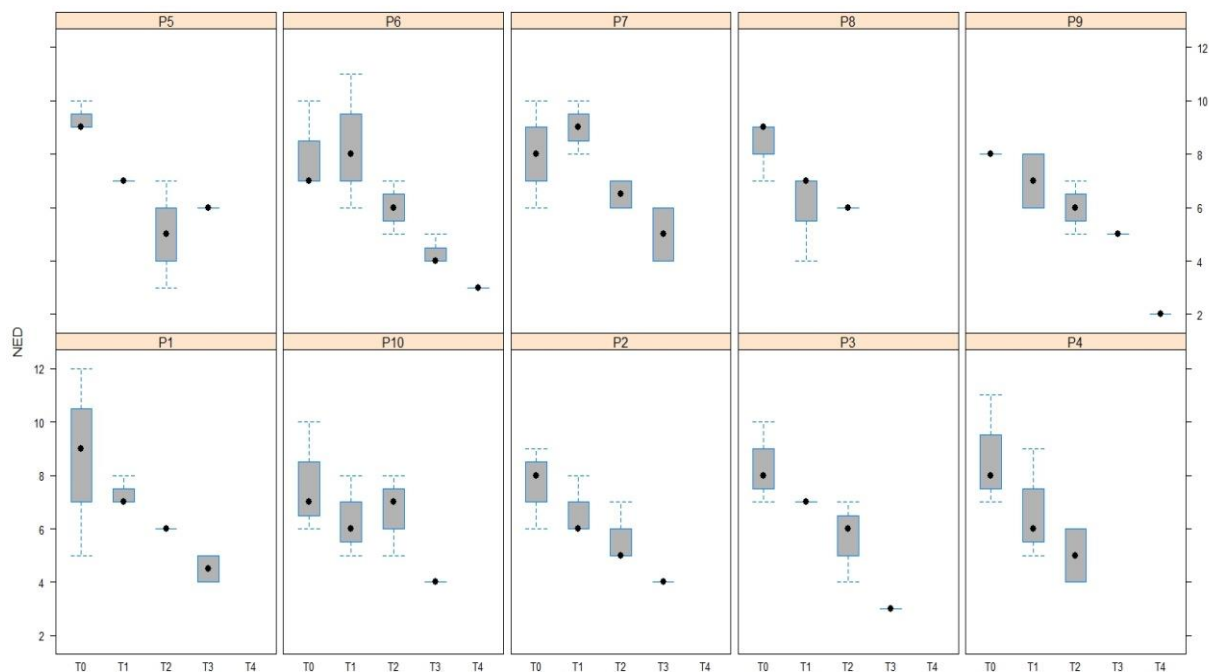


Figure 20: comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le nombre d'entre nœuds.

III.1.1.1.2. Analyse de la biomasse

A/Poids frais aérien

L'analyse de la variance n'a pas montrée de différences significatives entre les populations de luzerne étudiées, par contre l'effet du stress salin sur le poids frais aérien a été très hautement significatif. Aucun interaction entre les deux facteurs étudiés.

Tableau n°16: analyse de la variance pour le poids frais aérienne (PFA)

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	proba	sign
VAR.POP	9	0.7453	0.08281	0.6716	0.7310845	NS
VAR.TRAIT	4	12.3597	3.08992	25.0592	3.728e-12	***
VAR. BLOC	2	1.9458	0.97289	7.8901	0.0009192	***
VAR.POP:TRAIT	26	1.4661	0.05639	0.4573	0.9846040	NS
VAR. RESIDUELLE	59	7.2750	0.12330			

Les résultats de l'effet de la contrainte saline sur la production en biomasses fraîches des parties aériennes sont compris entre 0.68g et 0.95g le maximum chez la population Guemar (P9) et le minimum chez la population Touijine (P7) (Annexe 07).

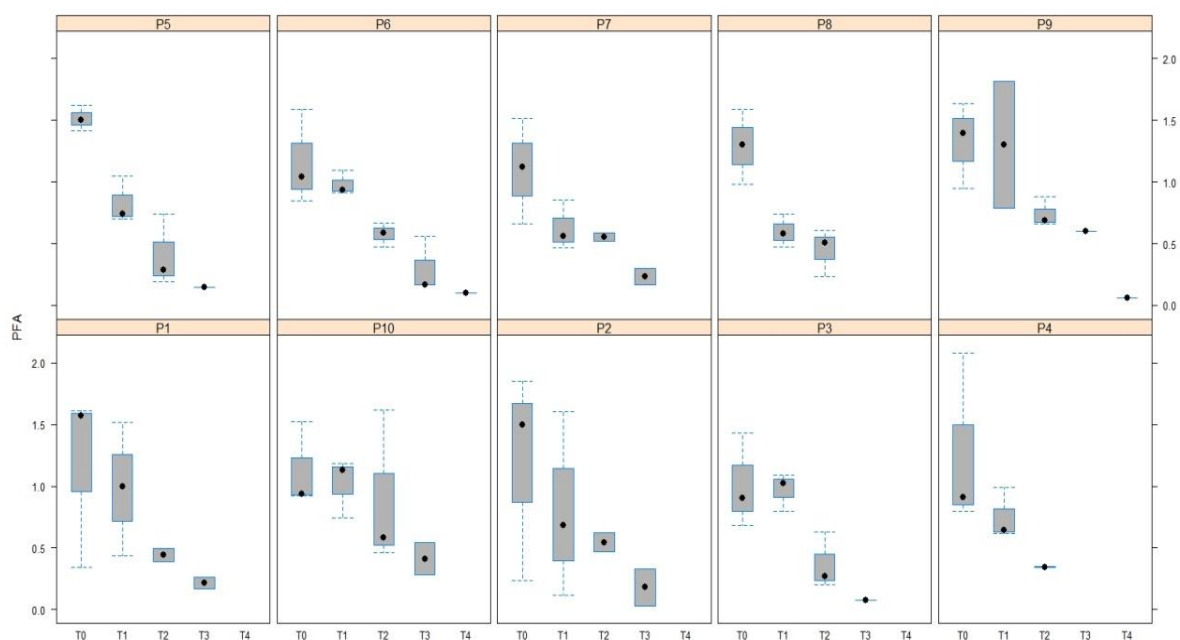


Figure 21: Comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids frais aérienne (PFA).

B/ Poids sec aérien

L'analyse de la variance pour le poids sec aérien (PSA) 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 et aucune interaction entre les deux facteurs.

Tableau n°17 : analyse de la variance du poids sec aérien (PSA).

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	proba	sign
VAR.POP	9	0.01852	0.002058	0.5041	0.865690	NS
VAR.TRAIT	4	0.71874	0.179685	44.0253	2.2e-16	***
VAR. BLOC	2	0.05456	0.027279	6.6836	0.002419	**
VAR.POP:TRAIT	26	0.07377	0.002837	0.6952	0.844890	NS
VAR. RESIDUELLE	59	0.24080	0.004081			

Les résultats obtenus sont compris entre 0.263g pour le traitement T0 et 0.02g pour le traitement T4 avec une réduction de plus de 92% (annexe 08)

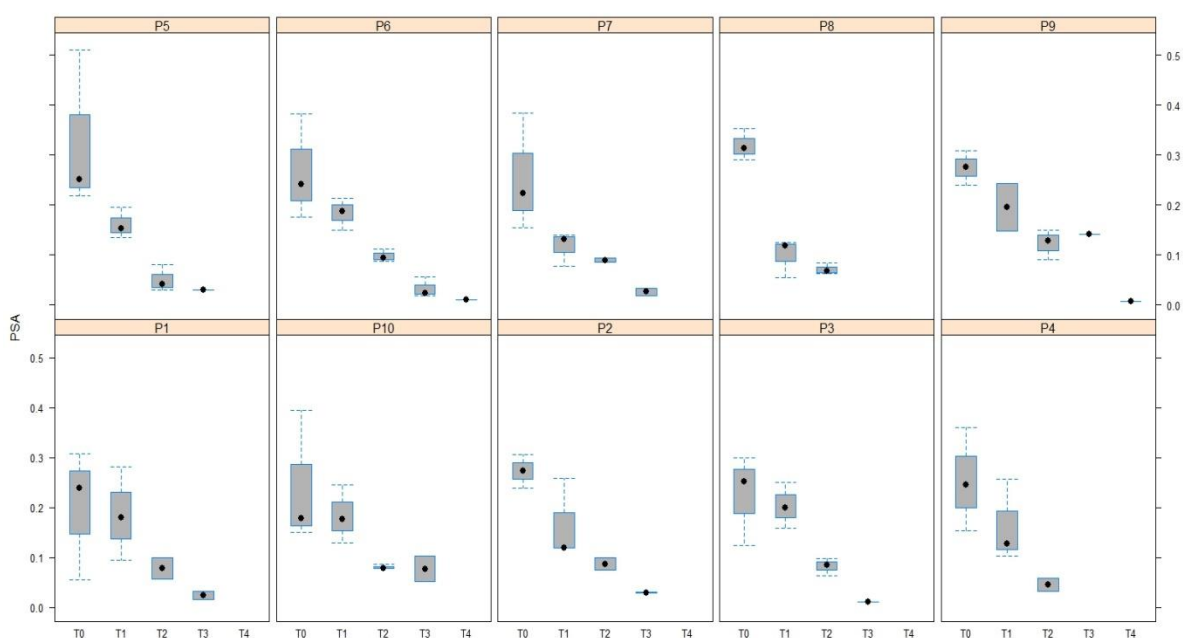


Figure 22 : Comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids sec aérien (PSA).

C/ Poids frais racinaire

L'analyse de variance pour le poids frais racinaire (PFR) ne montre pas de différences significatives entre les différentes populations étudiées. Contrairement au facteur stress salin qui montre des différences très hautement significatives entre le différent traitement salin appliqué et aucune interaction entre les deux facteurs.

Tableau n°18 : analyse de la variance du poids frais racinaire (PFR).

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	proba	sign
VAR.POP	9	0.15406	0.017117	1.5151	0.16388	NS
VAR.TRAIT	4	0.74506	0.186266	16.4871	4.036e-09	***
VAR. BLOC	2	0.09164	0.045822	4.0559	0.02237	*
VAR.POP:TRAIT	26	0.33797	0.012999	1.1506	0.32075	NS
VAR. RESIDUELLE	59	0.66656	0.011298			

La moyenne maximale est enregistrée dans le traitement T0 avec une valeur de 0.268g et la moyenne minimale est enregistrée dans le traitement T4 avec une valeur de 0.01 g (Annexe 08).

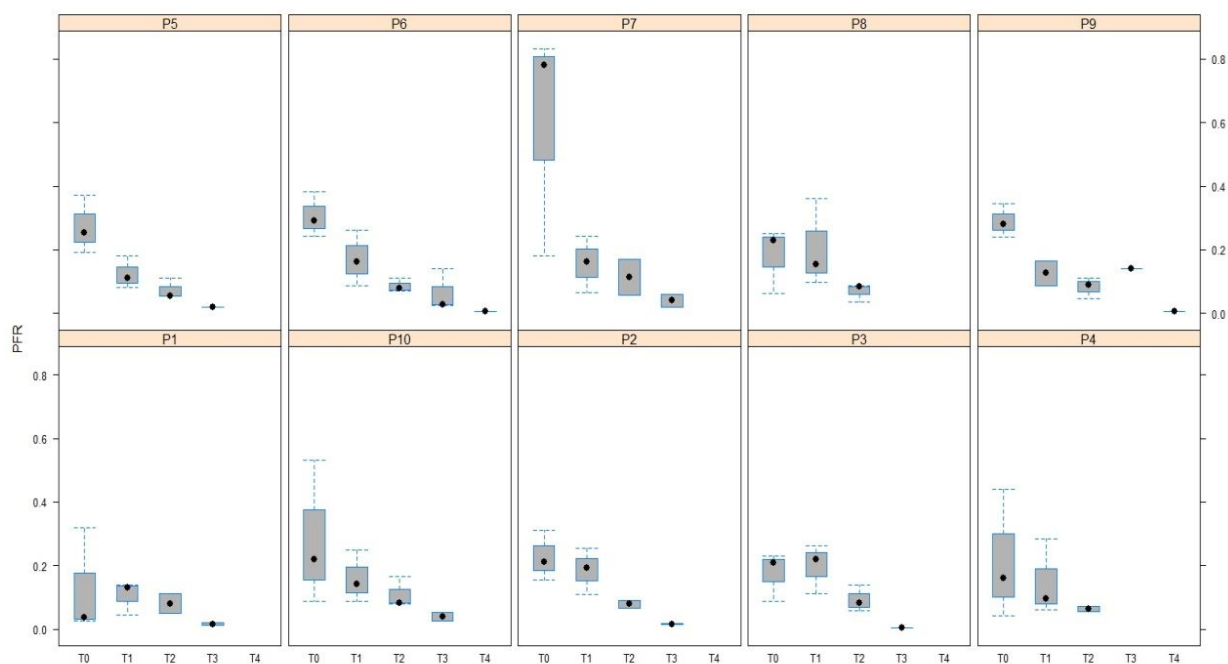


Figure23:Comportement de chaque population de luzerne dans différentes concentrations salines pour le poids frais racinaire (PFR).

D/ Poids sec racinaire

L'analyse de la variance pour le poids sec racinaire (PSR) 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. L'interaction entre les deux facteurs est négative.

Tableau n°19 : Analyse de la variance du poids sec racinaire (PSR).

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	proba	sign
VAR.POP	9	0.013406	0.0014896	1.2592	0.278254	NS
VAR.TRAIT	4	0.063887	0.0159717	13.5009	7.125e-08	***
VAR. BLOC	2	0.018225	0.0091124	7.7027	0.001066	**
VAR.POP:TRAIT	26	0.026361	0.0010139	0.8570	0.660018	NS
VAR. RESIDUELLE	59	0.069797	0.0011830			

La moyenne la plus élevée à été enregistrée chez la population Toujine (P7) avec 0.08g et la moyenne la plus faible à été notée chez la Tamentit (P8) avec 0.03g avec une différence de plus de 62% (annexe 07).

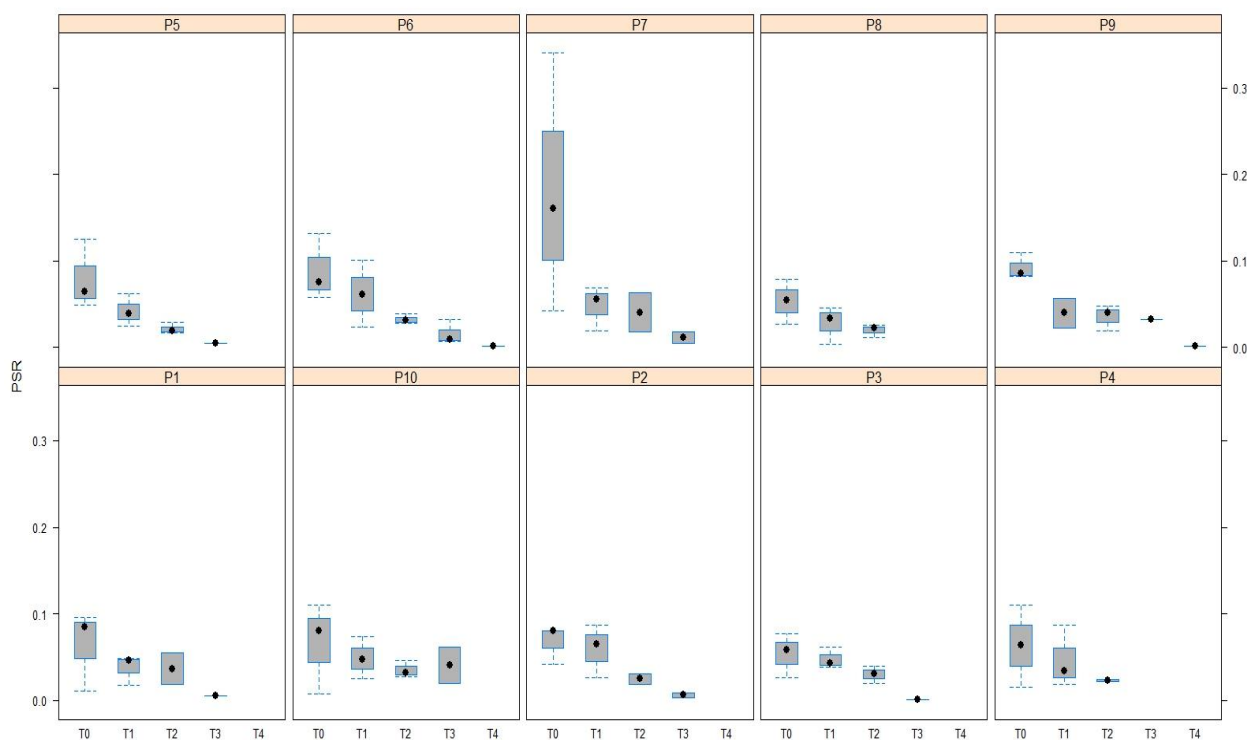


Figure 24 : Comportement de chaque population de luzerne dans différence concentration salines pour le poids sec racinaire (PSR).

III.1.1.2. Analyse de composante principale

Pour avoir une vue d'ensemble sur le comportement des populations de *Medicago sativa* L., nous avons réalisés une ACP sur 10 populations étudiées avec 9 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 n°20 : valeurs propres avec le pourcentage de variabilité et le pourcentage cumulé porté sur chaque axe.

	Dim.1	Dim.2	Dim.3
Variance	2.715	2.374	1.393
% de variabilité	30.172	26.381	15.480
% de variance cumulée	30.172	56.553	72.033

Le plan principale est celui formé par l'axe 1, 2, 3 sur laquelle il y a le maximum d'informations (**72.03%** d'information générale).

III.1.1.2.1. Etude des variables

Les variables qui contribuent le plus à ces axes sont:

PFR, NF, PSA ont contribué le plus à la formation de l'axe 1.

Tableau n°21 : qualité de représentation des variables étudiées sur l'axe1.

	corrélation	P. value
PFR	0.95	0.00
NF	0.65	0.04
PSA	-0.82	0.00

Pour l'axe 2: LTP, PSR

Tableau n°22 : qualité de représentation des variables étudiées sur l'axe2.

	corrélation	P. value
LTP	0.81	0.00
PSR	0.81	0.00

Pour l'axe 3: SF.

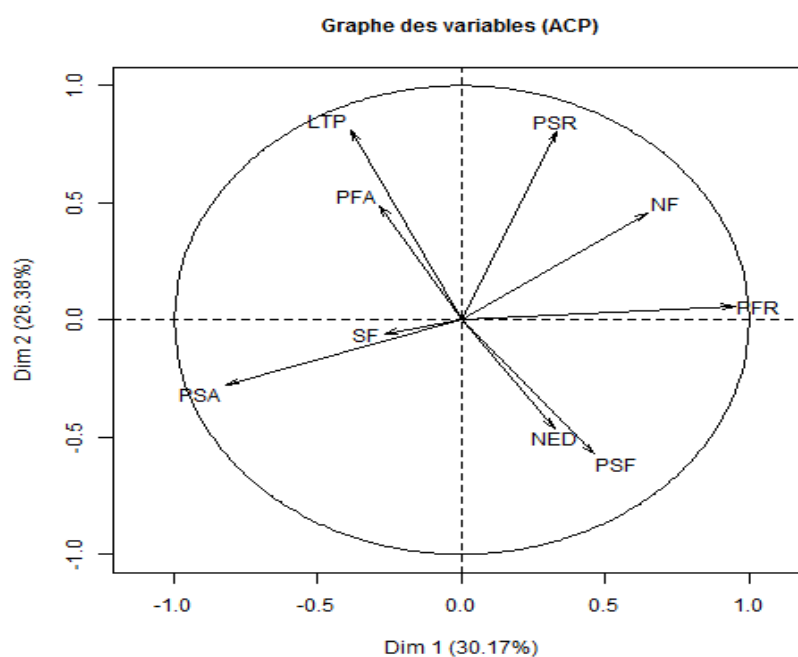
Tableau n°23 : qualité de représentation des variables étudiées sur l'axe3.

	corrélation	P. value
SF	0.75	0.01

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

Sur l'axe 2 les deux variables LTP et PSR ont été les plus corrélés positivement avec cet axe.

Sur l'axe 3 la variable SF est corrélée positivement.

**Figure 25**: cercle de corrélation du plan 1-2.

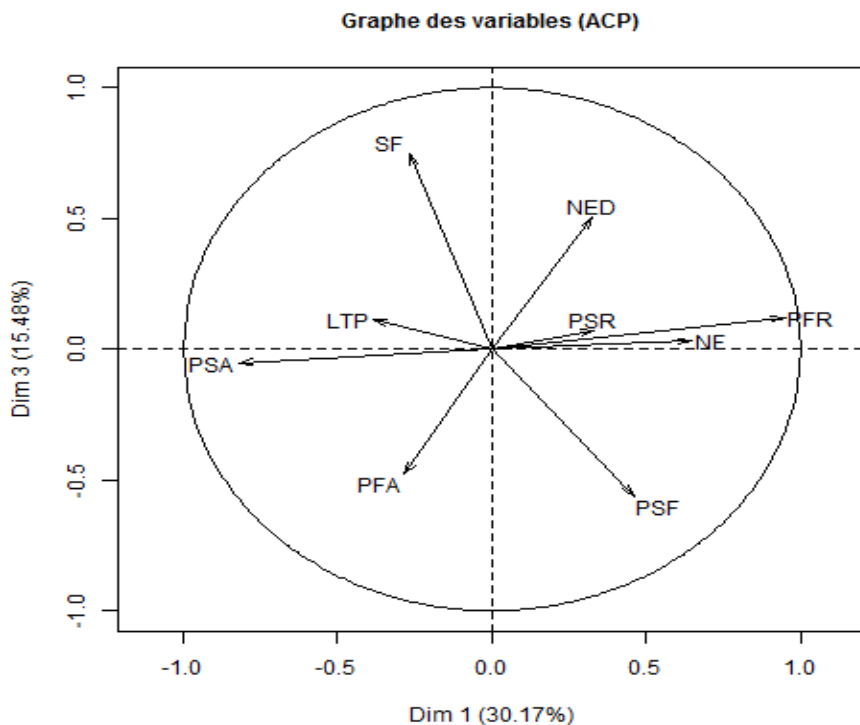


Figure 26: cercle de corrélation du plan 1-3 .

III.1.1.2.2. Etude des graphes des individus

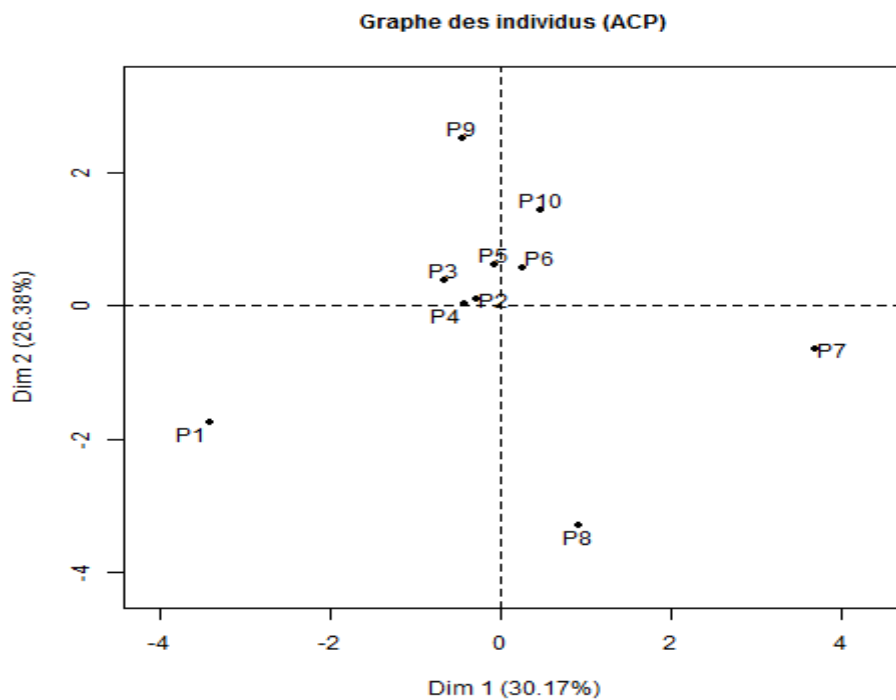


Figure 27 : analyse en composantes principales, représentation des populations sur le plan 1-2.

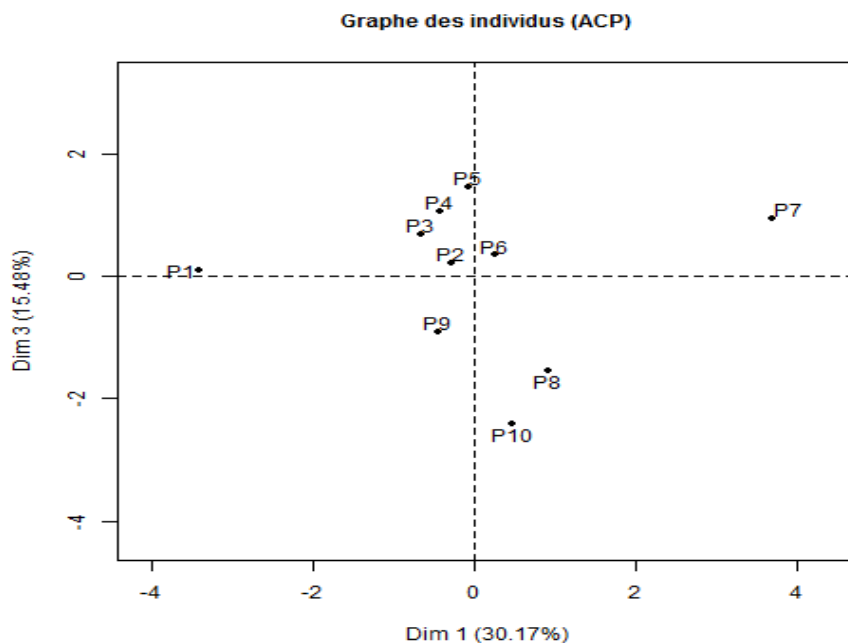


Figure 28 : analyse en composantes principales, représentation des populations sur le plan 1-3.

La population P7 (Touijine) est corrélées positivement à l'axe 1, contrairement à la population P1 (Meggarine) qui est du coté négatif de l'axe.

Sur l'axe 2, la population P9 (Guemar) est corrélée positivement avec cet axe à l'opposé de population P8 (Tamentit) qui est a coté négatif de l'axe.

Sur l'axe 3, la population P10 (Chott ouargla) est corrélée Négativement avec cet axe.

III.1.1.2.3. Superposition des variables et des individus

L'interprétation des résultats obtenus montre que la population Touijine (P7) se caractérise par un nombre de feuilles et poids frais racinaire plus élevé en comparaison avec la population Meggarine (P1) qui s'est distinguée par un poids sec aérien plus important.

La population Guemar (P9) s'est distinguée par par une longueur de la tige principale et un poid sec racinaire plus élevé en comparaison avec la population Tamentit (P8) qui a donné des résultats contraires.

La population Chott ouargla (P10) se caractérise par une surface foliaire plus élevée en comparaison avec le reste des populations étudiées.

Certaines population comme In Salah (P2), Janet (P3), Temacine(P4), Hassi laabid (P5) et Nezla (P6) ont toujours donné des valeurs intermédiaires quelque soit les paramètres étudiés.

III.1.1.3. Classification ascendante hiérarchique (CAH)

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

L'analyse du dendrogramme des populations nous permet de distinguer 05 groupes différents, chaque group forme un ou plusieurs ensembles d'individus (populations étudiées) en fonction de sont comportement vis-à-vis du stresse salin appliqué:

- Le groupe 1 rassemble les populations Nezla (P6), Janet (P3), In Salah (P2), Hassi Laabid (P5), Temacine (P4).
- Le groupe 2 concerne deux populations Chott ouargla (P10) et Guemar (P9).
- Le groupe 3 concerne une seul population qui est Meggarine (P1).
- Le groupe 4 concerne une seul population qui est Toujjine (P7).
- Le groupe 5 concerne une seul population qui est Tamentit (P8).

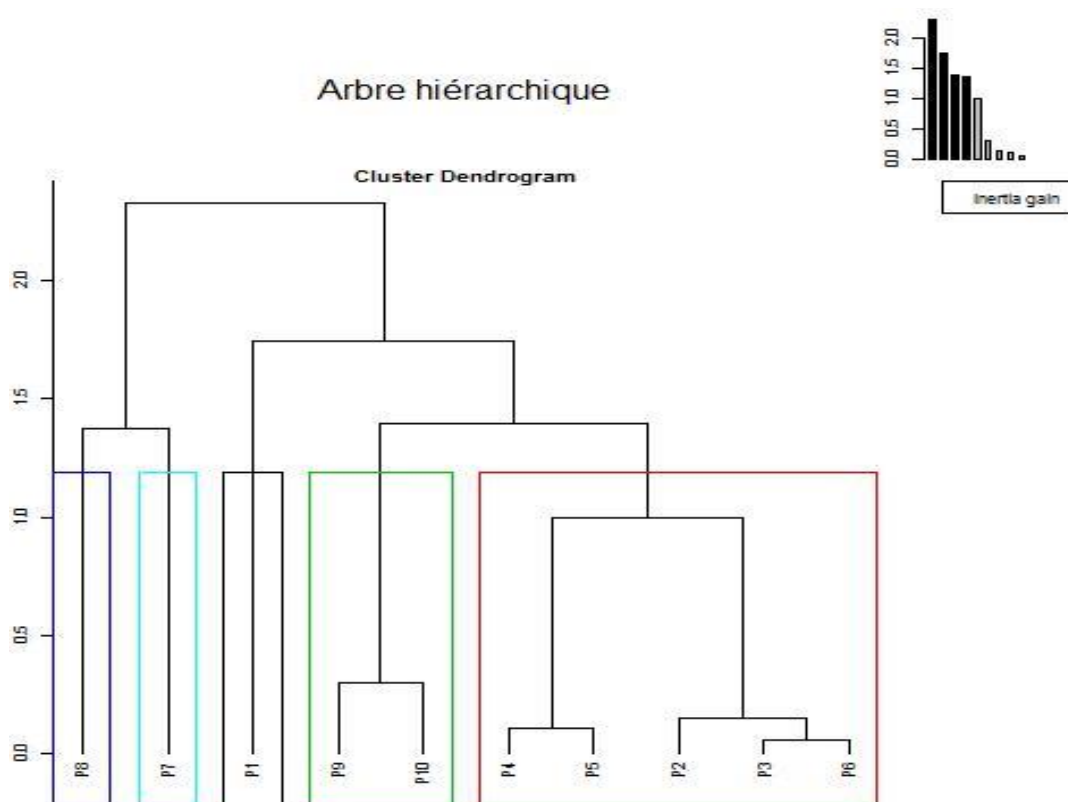


Figure 29 : la classification ascendante hiérarchique (CAH) pour les populations de luzerne étudiées.

III.1.2. Discussion du premier essai

Dans le présent travail, nous avons analysé la variation de quelques paramètres en fonction de l'intensité du stress salin chez 10 populations locales appartenant à l'espèce *Medicago sativa* L.

Dans ce premier essai la surface foliaire a été plus élevée en situation non stressée qu'en situation de stress salin mais toutes les populations ont réagi de la même manière. Plus la concentration de sel augmente plus la surface diminue sensiblement.

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.

Selon **Farissi et al (2014)** la réduction de la croissance de certaines *Medicago* soumis au sel a été liée à une diminution de la surface foliaire.

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**).

La mesure des paramètres morphologiques conduit à montrer que la salinité subie par les plantes de *Medicago sativa* L. a modifié leur potentiel de croissance. Le traitement salin a affecté négativement la hauteur des tiges en fonction de la concentration salines. Dans notre expérimentation, l'addition de 254 et 339 mM.l⁻¹ de NaCl à la solution d'arrosage entraîne une réduction importante de la croissance en hauteur.

Selon 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.

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

L'effet de la salinité sur l'efficacité de l'azote se traduit par une chute progressive de la matière sèche des parties aériennes, des parties racinaires et des nodules ainsi que le nombre de nœuds (**Ibriz et al, 2004**).

Les résultats obtenus, ont montré que les plantes non stressées ont produit une biomasse plus importante que celle des plantes stressées.

La réduction des biomasses aériennes et racinaires sous l'effet des fortes concentrations de sel a été rapportée chez la luzerne par plusieurs auteurs (**Mezni et al, 1999**). En effet les réductions des biomasses aériennes et racinaires seraient dues à des différences d'accumulation des ions minéraux entre les différentes parties de la plante (**Ibriz et al, 2004**).

Parmi les populations étudiées, la population Touijine (P7) a donné les meilleures performances. En effet cette population se caractérise par un nombre de feuilles par plant et poids frais racinaire plus élevée que le reste des populations.

III.2.2. Résultats du deuxième essai

III.2.2.1. Analyse de la variance

A/ La durée de levée

L'analyse de la variance pour la levée montre une différence très hautement significative entre les populations étudiées (Tableau 25).

Tableau n°25 : Analyse de la variance pour la durée de la levée (LVE)

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Proba	sign
VAR.POP	9	255.2	28.3556	13.7204	2.314e-06	***
VAR.BLOCS	2	0.8	0.4000	0.1935	0.8257	NS
RESIDUALS	18	37.2	2.0667			

Ces résultats présentent une durée de levée moyenne de 6 jours chez la population Janet (P3) ce qui fait d'elle la population la plus précoce, alors que la population Tamentit (P8) a été la plus tardive avec 16 jours (P8) (annexe 09).

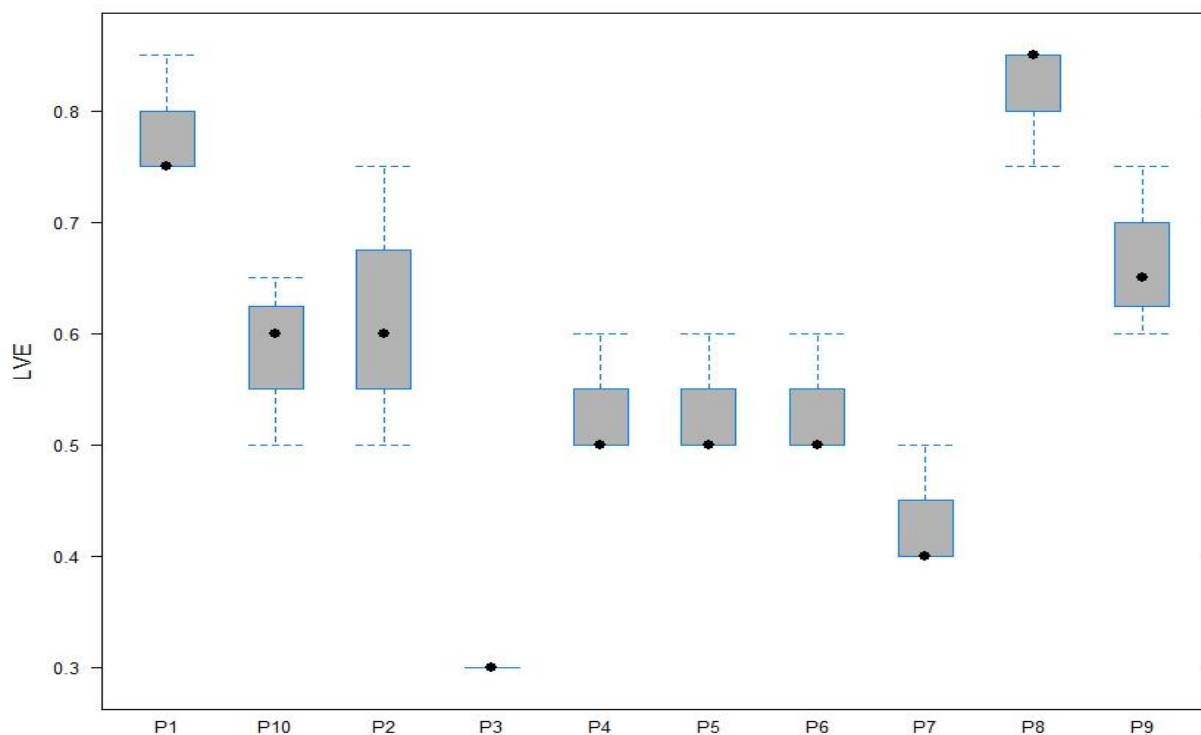


Figure 30: Comportement des populations de luzerne pour la levée.

B/Longueur de la tige principale (LTP)

L'analyse de la variance pour la longueur de la tige principale montre des différences significatives entre les différentes populations étudiées (Tableau 26). Les résultats obtenus sont compris entre 50.66cm chez la variété Janet (P3) comme valeur maximale et 34.49cm pour la variété Tametit (P8) comme valeur minimale (Annexe 09).

Tableau n°26 : Analyse de la variance pour la longueur de la tige principale (LTP)

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Proba	sign
VAR.POP	9	605.12	67.236	2.5633	0.04261	*
VAR.BLOCS	2	198.25	99.124	3.7790	0.04263	*
RESIDUALS	18	472.15	26.231			

Les résultats obtenus par **Boudebous (2009)** dans un essai similaire sont très proche de nos résultats où les valeurs sont comprises entre (64 et 40) cm pour la première année.

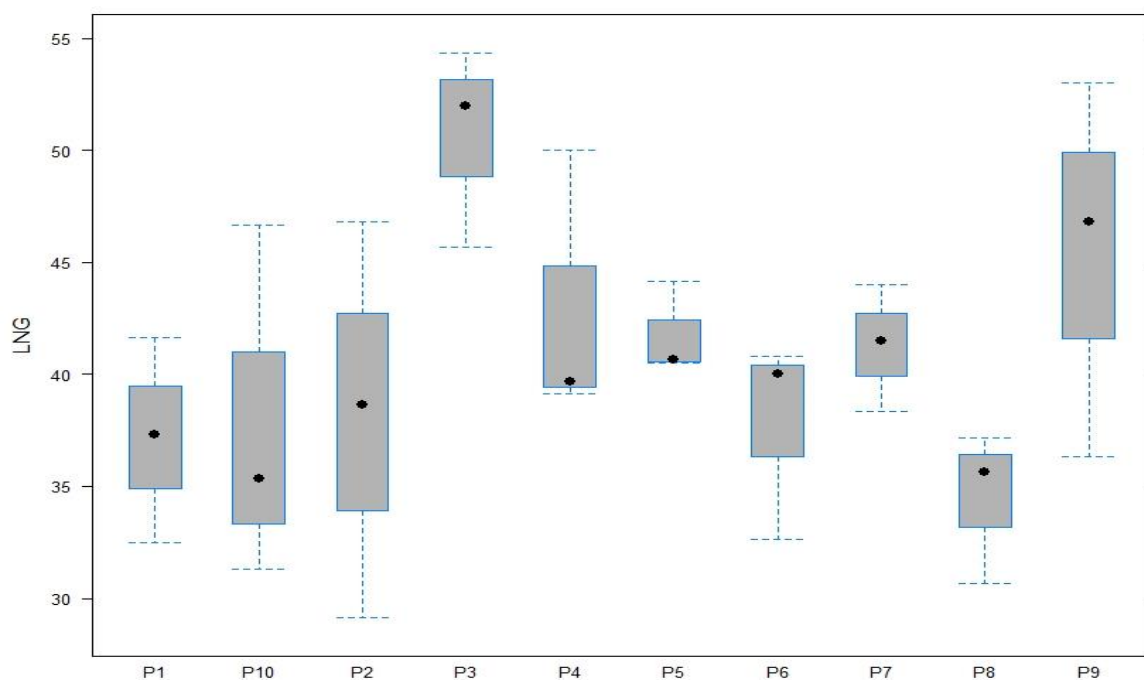


Figure 31: Comportement des populations de luzerne pour la longueur de la tige principale (LTP).

C/Diamètre de la tige principale

L'analyse de la variance pour le diamètre de la tige principale montre des différences significatives entre les populations étudiées (Tableau 27)

Tableau n°27 : Analyse de la variance pour le diamètre de tige principal (DTP).

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Proba	sign
VAR.POP	9	1.24679	0.138532	2.6785	0.03594	*
VAR.BLOCS	2	0.09483	0.047413	0.9167	0.41771	NS
RESIDUALS	18	0.93097	0.051721			

La moyenne maximale est enregistrée chez la population Janet (P3) avec 1.65 cm et la moyenne la plus faible à été notée chez la population Touijine (P 7) avec 0.91cm (Annexe 09).

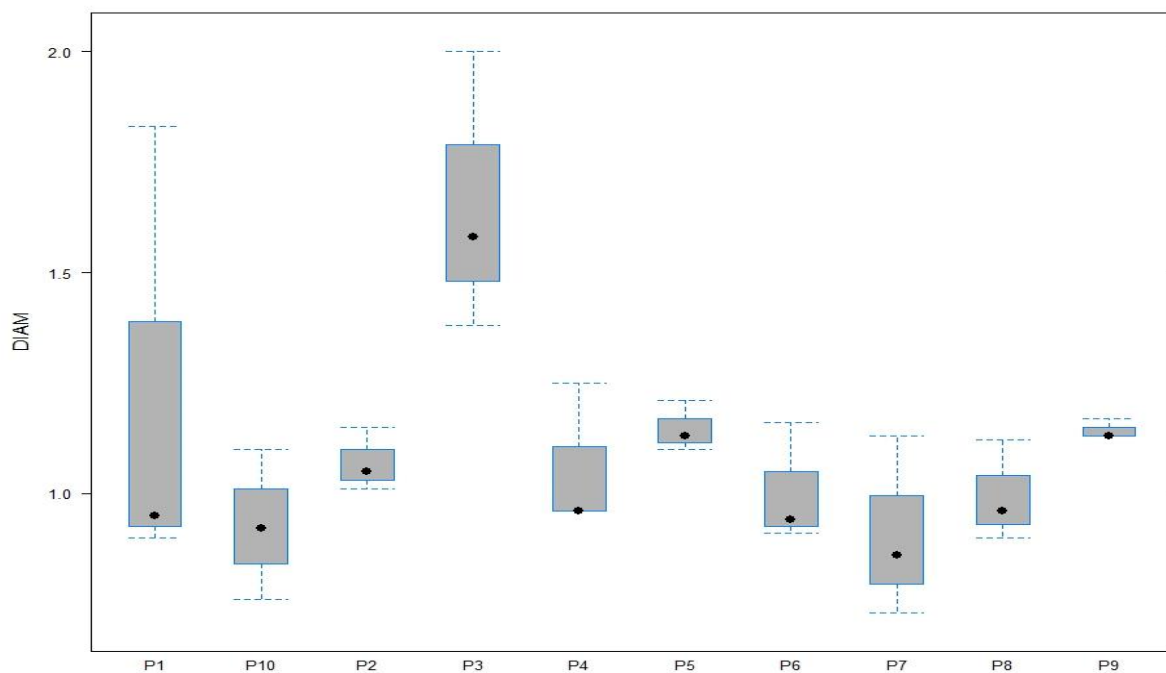


Figure 32 : comportement des populations de luzerne pour le diamètre de la tige principale (DTP).

D/Nombre d'entre nœud

L'analyse de variance montre des différences hautement significatives entre les populations étudiées (Tableau 28). Les résultats obtenus sont compris entre 46.67 Janet (P3) et 17.67 Nezla (P3) (annexe 09).

Tableau n°28 : Analyse de la variance pour le nombre d'entre nœud (NED).

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Proba	sign
VAR.POP	9	1861.47	206.830	3.9744	0.006153	**
VAR.BLOCS	2	45.27	22.633	0.4349	0.653944	NS
RESIDUALS	18	936.73	52.041			

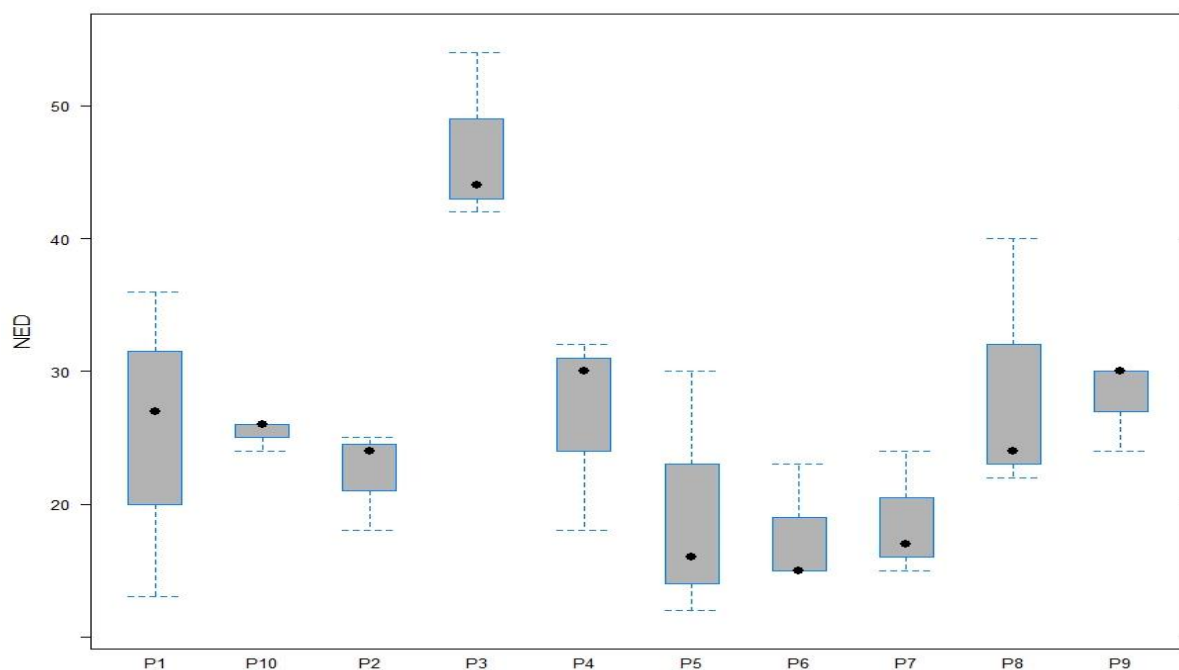


Figure 33 : Comportement des populations de luzerne pour le nombre d'enter noeud (NED).

E/ Nombre des feuilles par tige

L'analyse de la variance pour le nombre des feuilles par tige montre un différence significative entre les populations étudiées (Tableau 29).

Tableau n°29 : Analyse de la variance pour le nombre des feuilles par tige (NFT).

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Proba	sign
VAR.POP	9	3656.0	406.22	2.7881	0.03063	*
VAR.BLOCS	2	617.4	308.70	2.1187	0.14917	NS
RESIDUALS	18	2622.6	145.70			

La moyenne maximale est enregistrée chez la population Janet (P3) avec 74 feuilles et la moyenne la plus faible à été notée chez la population Tamentit (P8) avec 32 feuilles (Annexe 09).

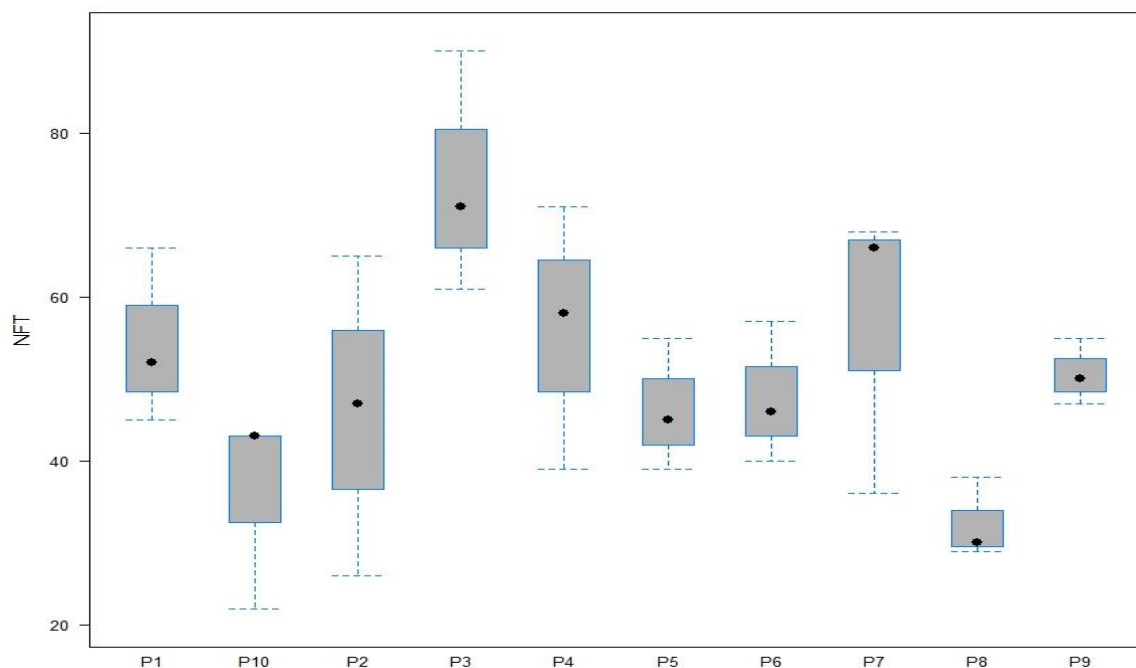


Figure 34 : Comportement des populations de luzerne pour le nombre de feuilles par tige (NFT).

F/ Nombre des feuilles par plant (NFP)

L'analyse de la variance pour le nombre de feuilles par tige montre des différences très hautement significatives entre les populations étudiées (Tableau 30).

Tableau n°30 : Analyse de la variance pour le nombre des feuilles par plant (NFP).

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Proba	sign
VAR.POP	9	40300	4477.8	6.3360	0.0004572	***
VAR.BLOCS	2	742	370.8	0.5247	0.6005261	NS
RESIDUALS	18	12721	706.7			

Les résultats obtenus sont compris entre 196.33 feuilles chez la population Janet (P3) et 64.33 feuilles chez Nezla (P6) (annexe 09). Le reste des populations ont données des valeurs intermédiaires.

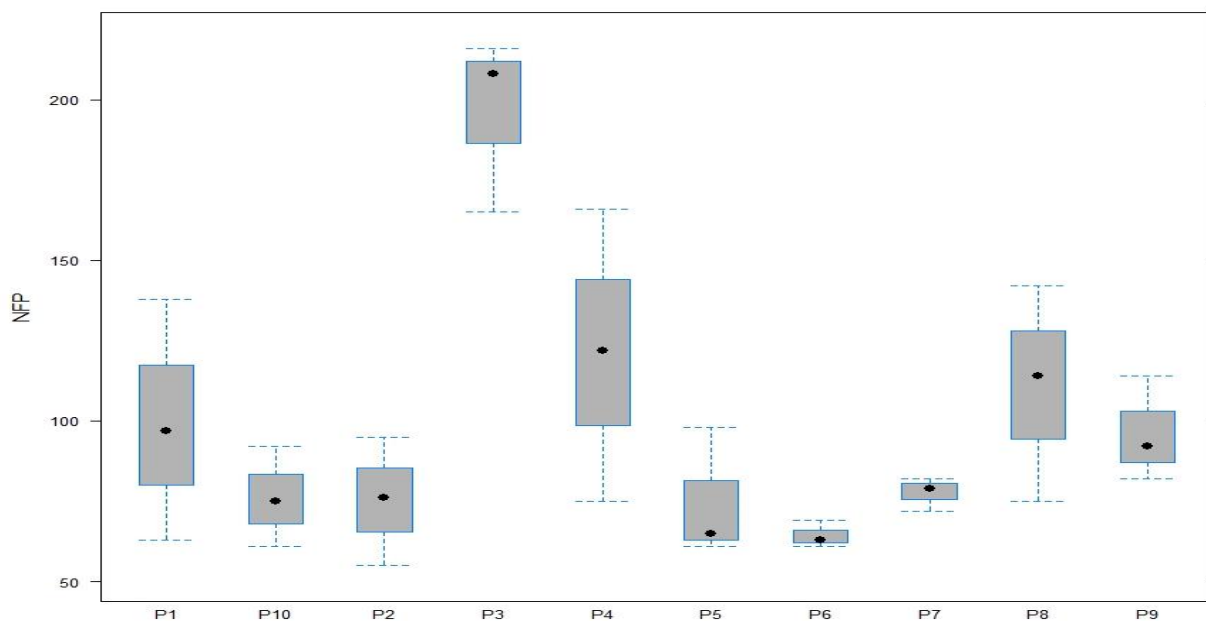


Figure 35 : Comportement des populations de luzerne pour le nombre des feuilles par plant (NFP).

G/Nombre de fleurs

L'analyse de la variance pour le nombre de fleurs par plant montre une différence très hautement significative entre les populations étudiées (Tableau 31).

Tableau n°31 : Analyse de la variance pour le nombre de fleurs (NFL).

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Proba	sign
VAR.POP	9	130.667	14.5185	6.2921	0.000477	***
VAR.BLOCS	2	3.800	1.9000	0.8234	0.454791	NS
RESIDUALS	18	41.533	2.3074			

La moyenne la plus élevée à été enregistrée chez la population Janet (P3) avec 8 fleurs par plante et la moyenne plus faible à été notée chez la population Guemar (P9) avec 1 seule fleur par plante (annexe 09).

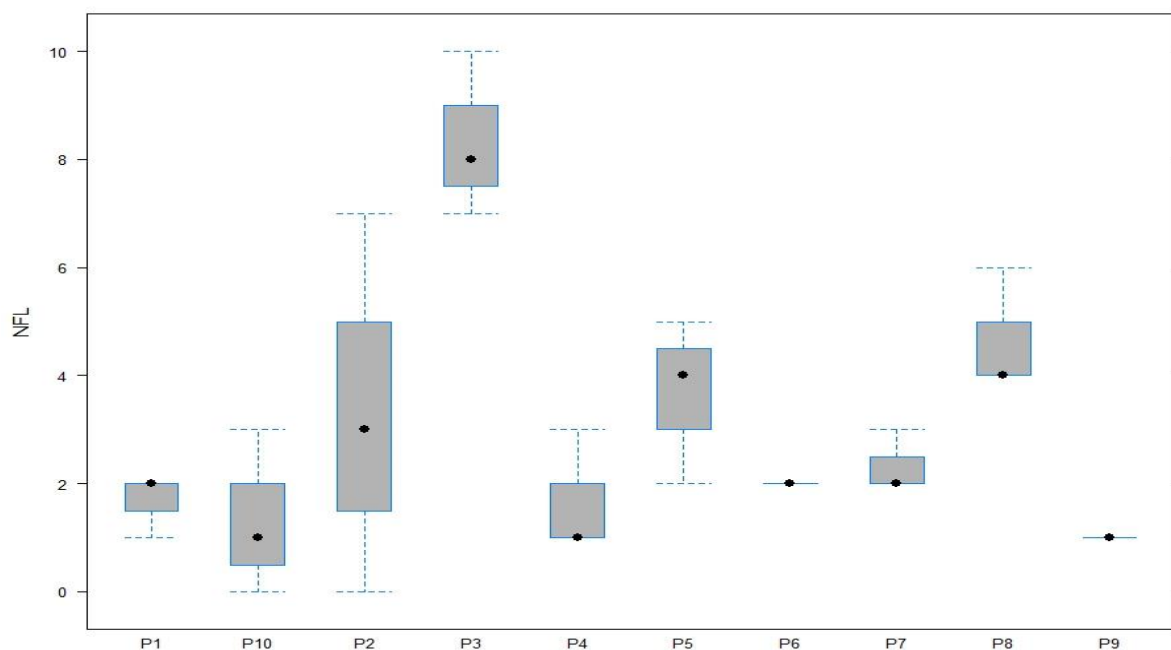


Figure 36: Comportement des populations de luzerne pour le nombre des fleurs (NFL).

H/Nombre de ramification (NRM)

L'analyse de la variance pour le nombre de ramification montre des différences hautement significative entre les populations étudiées (Tableau 32)

Tableau n°32 : Analyse de la variance pour le nombre de ramification (NRM).

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Proba	sign
VAR.POP	9	13.2000	1.46667	4.2581	0.004332	**
VAR.BLOCS	2	0.4667	0.23333	0.6774	0.520411	NS
RESIDUALS	18	6.2000	0.34444			

Les résultats obtenus sont compris entre 4.33 pour la population Janet (P3) et 2.33 chez les populations Hassi Laabid (P5), Nezla (P6), Touijine (P7) (annexe 09).

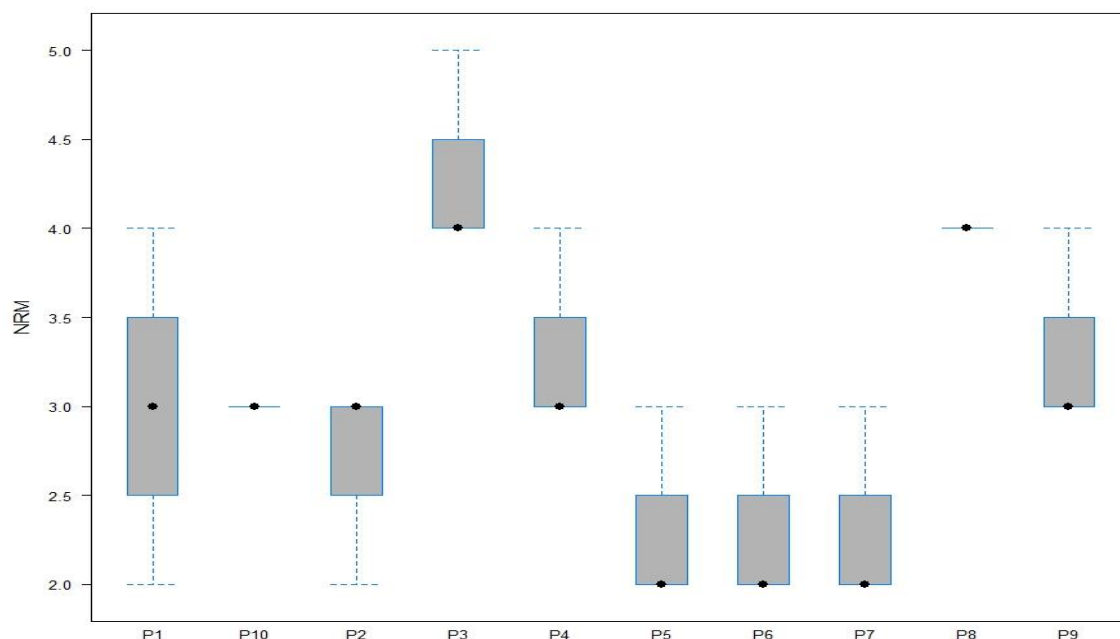


Figure 37 : Comportement des populations de luzerne pour le nombre des ramifications (NRM).

I/ Poids frais total

L'analyse de la variance pour le poids frais (PF) fait ressortir des différences hautement significatives entre les populations (Tableau 33).

Les résultats obtenus sont compris entre 72.33g chez la population Temacine (P4) et 36.09g chez la population In Salah (P2) (annexe 09).

Tableau n°33 : Analyse de la variance pour le poids frais total (PF).

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Proba	sign
VAR.POP	9	3094.3	343.81	4.0975	0.0052759	**
VAR.BLOCS	2	2410.4	1205.19	14.3636	0.0001868	***
RESIDUALS	18	1510.3	83.91			

Ces rendements en biomasse sont résultats sont nettement supérieurs a ceux obtenus par **Boudebousse (2009)** et qui varient entre 54.3 et 4.91g.

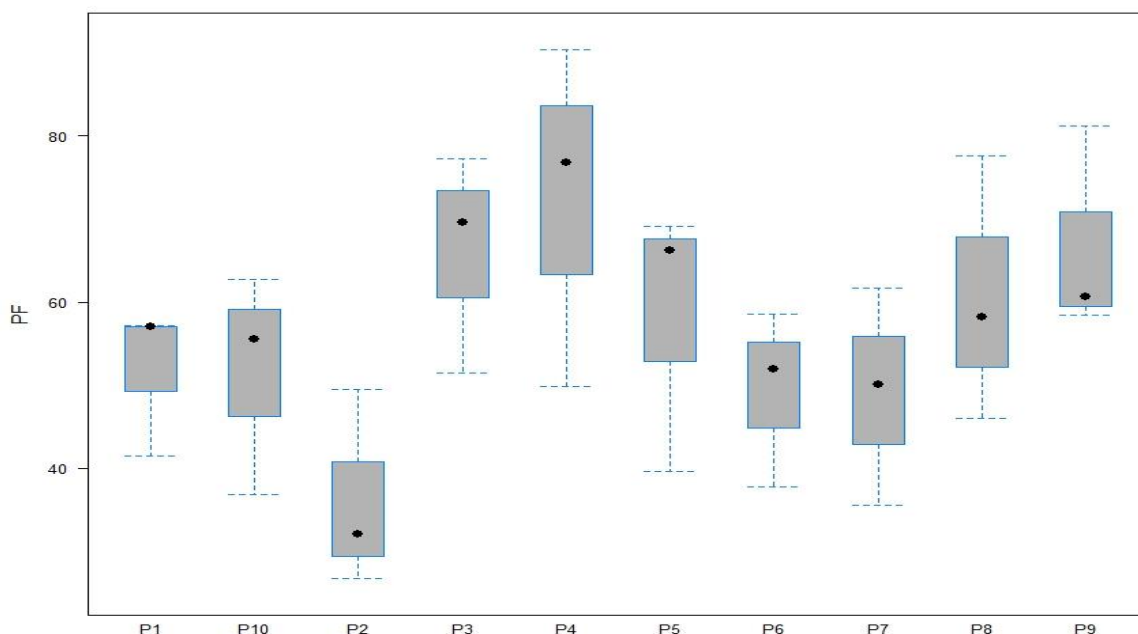


Figure 38 : comportement des populations de luzerne pour le poids frais (PF).

J/Poids secs total

L'analyse de la variance pour le poids secs n'a montré aucune différence significative entre les populations (Tableau 34). Les résultats obtenus sont compris entre 18.70 chez la population Tamentit (P8) et 10.43 chez la population Meggarine(P1) (Annexe 09).

Tableau n°34 : Analyse de la variance pour le poids secs (PS).

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Proba	sign
VAR.POP	9	262.50	29.167	1.8476	0.127941	NS
VAR.BLOCS	2	279.49	139.747	8.8524	0.002103	**
RESIDUALS	18	284.15	15.786			

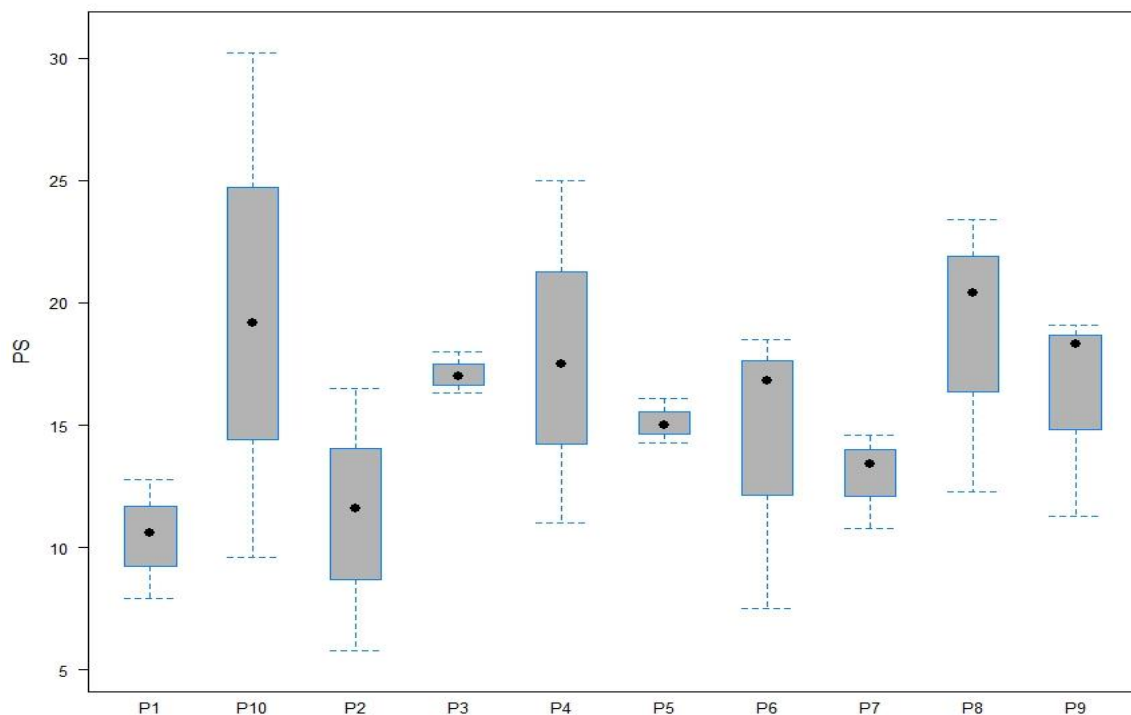


Figure 39 : Comportement des populations de luzerne pour le poids secs (PS).

K/Rapport poids secs/poids frais

Les résultats obtenus, donnent des valeurs comprises entre 20.10 et 38.01 le maximum a été enregistré chez la population Chott Ouargla (P10) et le minimum chez la population Megarine (P1) (annexe 10).

Nos résultats sont proches de ceux obtenus dans un essai similaire par **Boudebousse (2009)** et qui varient entre 23-35%.

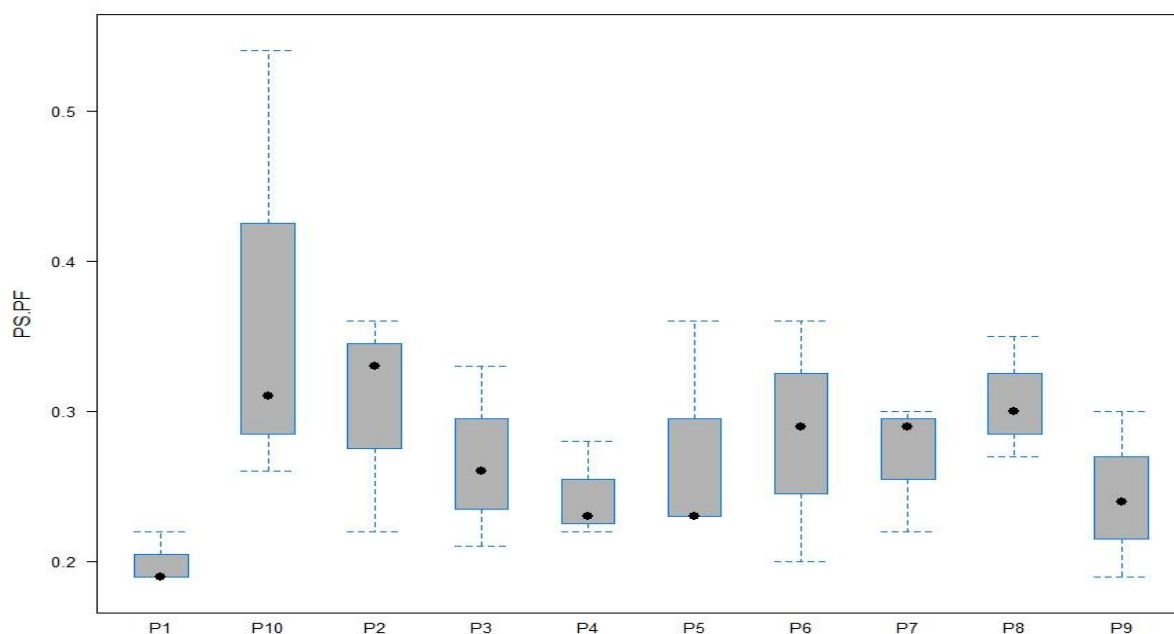


Figure 40 : Comportement des populations de luzerne pour le rapport poids secs/poids frais (PS/PF).

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 10 population étudiées avec 10 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 n°36 : valeurs propres avec le pourcentage de variabilité et le pourcentage cumulé porté sur chaque axe

	Dim.1	Dim.2
Variance	5.760	1.971
% de variabilité	57.599	19.706
% de variance cumulée	57.599	77.305

Le plan principale est celui formé par l'axe 1,2 sur lesquels il y a le maximum d'informations (77.305% d'information générale).

III.2.2.2.1. Etude des variables

Les variables qui contribuent le plus à ces axes sont:

- NFP, NED, DTP, LTP, NRM, NFL, NFT ont contribué le plus à la formation de l'axe 1.

Tableau n°37 : Qualité de représentation des variables étudiées sur l'axe 1.

	Corrélation	P.value
NFP	0.97	0.00
NED	0.93	0.00
DIAM	0.88	0.00
LNG	0.82	0.00
NRM	0.77	0.01
NFL	0.76	0.01
NFT	0.73	0.02

- pour l'axe 2 : PS

Tableau n°38 : Qualité de représentation des variables étudiées sur l'axe 2

	Corrélation	P.value
PS	0.75	0.01

Sur le cercle des corrélations nous trouvons que tous les paramètres qui contribuent à la formation de l'axe 1 (NFP, NED, DIAM, LNG, NRM, NFL, NFT) sont corrélés positivement avec cet axe.

Sur l'axe 2 la variable PS a été la plus corrélée avec cet axe (positivement).

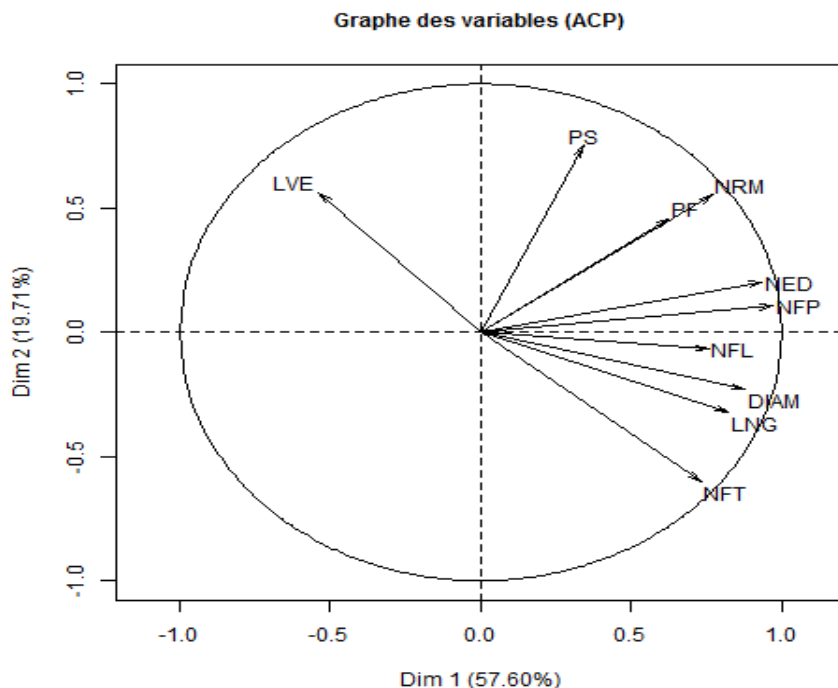


Figure 41 : Cercle des corrélations du plan 1-2

III.2.2.2.2. Etude des graphes des individus

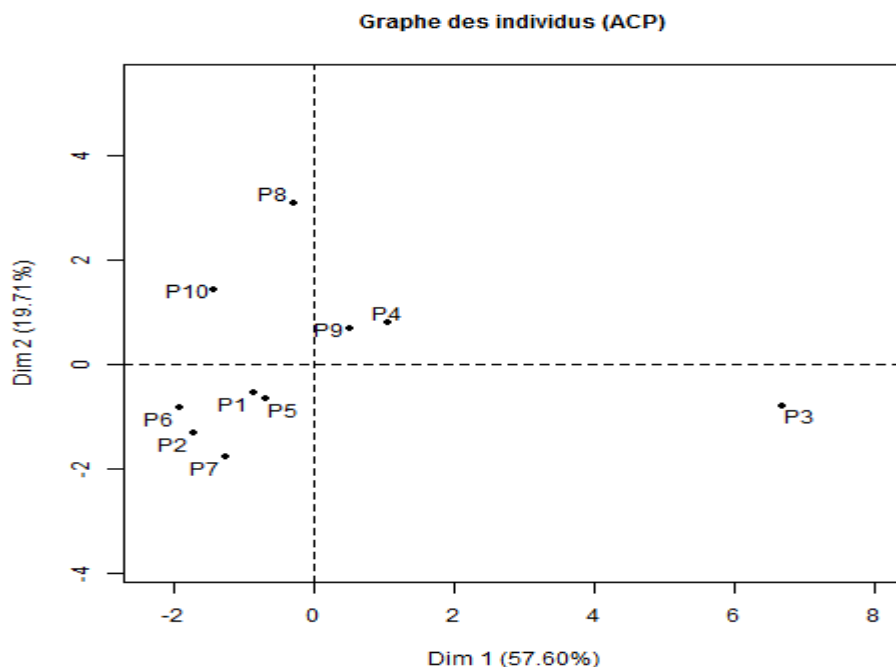


Figure 42 : Analyse en composantes principales, représentation des populations sur le plan 1-2.

La population Janet (P3) est corrélées positivement à l'axe 1, contrairement aux population Nezla (P6), In Salah (P2), Chott ouargla (P10), qui sont du coté négatif de l'axe.

Sur l'axe 2 la population Tamentit (P8) est corrélée positivement avec cet axe à l'opposé des populations Touijine (P7) et In Salah (P2) qui sont du coté négatif de l'axe.

III.2.2.2.3. Superposition des variables et des individus

L'interprétation des résultats obtenus montrent que la population Janet (P3) se caractérise par un nombre de feuilles par plant, nombre d'entre nœud, diamètre de la tige, longueur de la tige, nombre de ramification, nombre de fleur, nombre de feuille par tige (NFP, NED, DIAM, LNG, NRM, NFL, NFT) plus élevée contrairement aux populations Nezla (P6), In Salah (P2), Chott Ouargla (P10) qui ont données des résultats contraires.

La population Tamentit (P8) s'est distinguée par son poids sec élevé, contrairement aux populations Touijine (P7) et In Salah (P2) qui sont du coté négatif de l'axe.

Certaines population comme Meggarine (P1), Temacine (P4), Hassi Laabid (P5), Guemar (P9) ont tout le temps données des valeurs intermédiaires quelque soit le paramètre étudié.

III.2.2.3.La classification ascendante hiérarchique (CHA)

L'analyse du dendrogramme des populations (figure 47) nous permet de distinguer 3 groupes différents, chaque groupe forme un ou plusieurs ensembles d'individus (population étudiées).

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

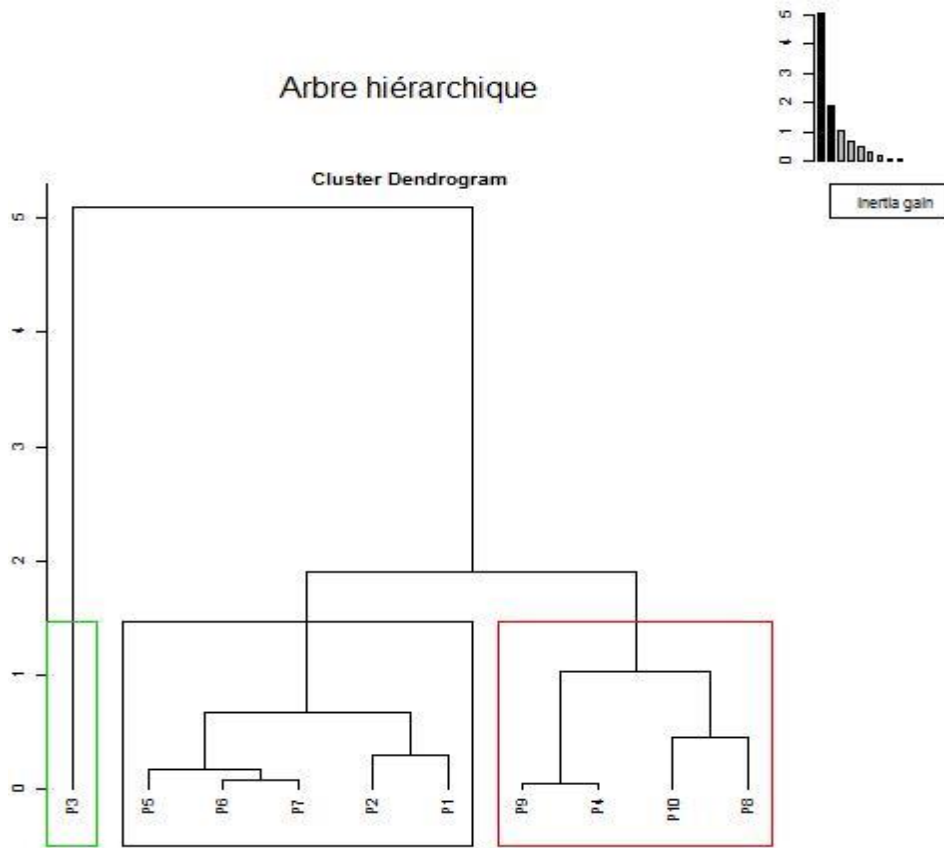


Figure 43 : la classification ascendante hiérarchique (CHA) pour les populations de luzerne étudiées.

III.2.2.4. matrice des corrélations

La longueur de tige principale (LNG) est corrélé positivement avec le diamètre de tige (DIAM), le nombre d'entre nœud (NED), le nombre de feuille par tige (NFT), le nombre de feuille par plante (NFP), ceci implique que les plantes qui ont des tiges assez longuent ont aussi un diametre élevé avec un nombre d'entrenoeuds et de feuilles plus élevé .

Le nombre d'entre nœud (NED) est corrélé positivement avec le nombre de ramification (NRM), le nombre de feuille par plante (NFP) ($r=0.91^{***}$ et $r=0.96^{***}$ très hautement significative), car plus la NRM est plus importante plus la NED et NFP sont plus élevée.

La levée (LVE) est corrélée négativement avec la longueur de tige principale (LNG)et avec le nombre de feuilles par tige . Ceci implque que les populations qui lévent rapidement sont celles qui sont les plus longues et qui développent aussi le plus de feuilles par tige.

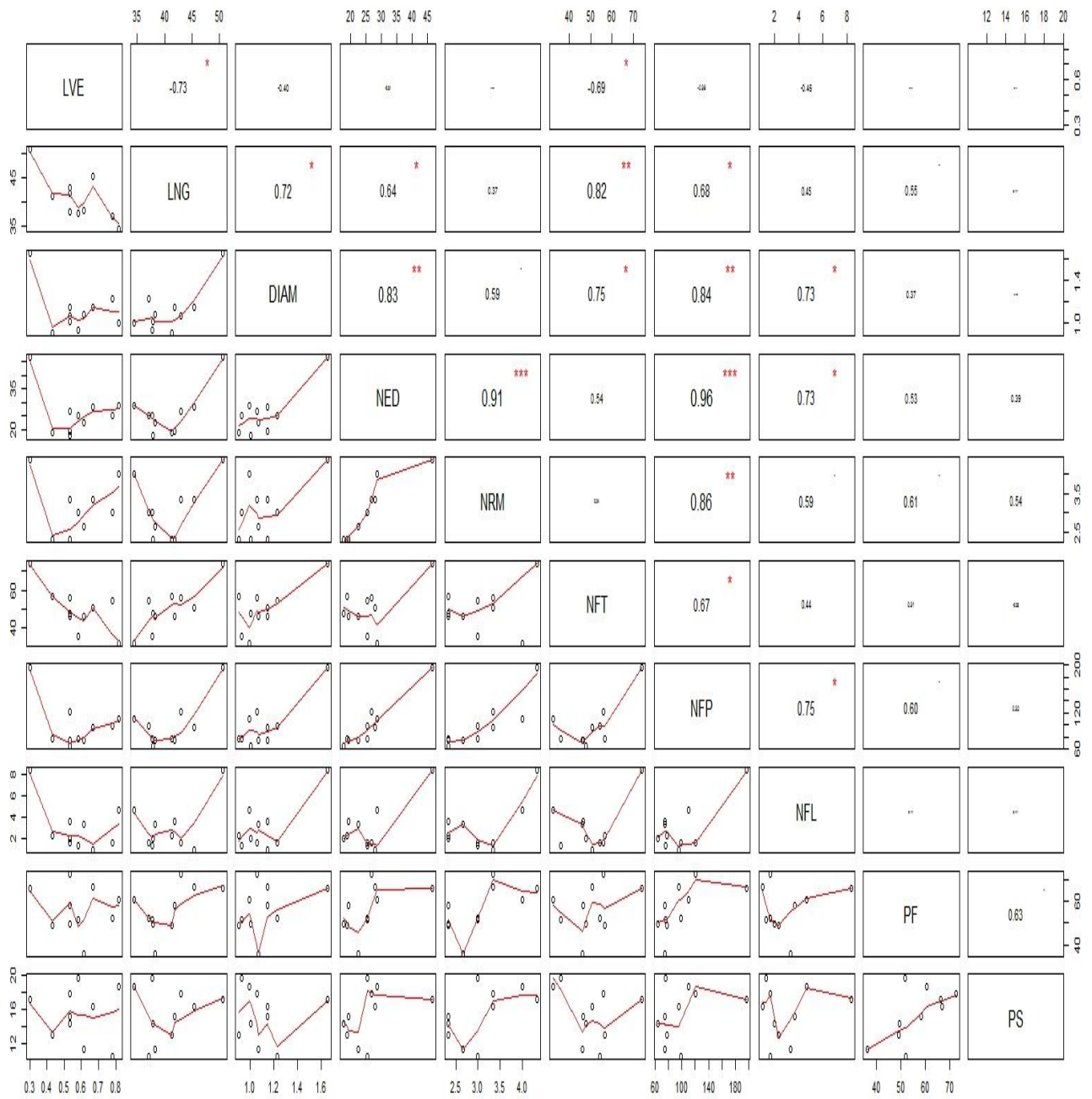


Figure 44 : Matrice des corrélations entre les différentes variables étudiées .

III.2.3. Discussion du deuxième essai

Dans le présent travail, nous avons analysé la variation de quelques paramètres morphologiques et de biomasse chez 10 populations locales appartenant à l'espèce *Medicago sativa* L.

Des différences significatives entre les populations sont observées lors de l'analyse de variance pour la plupart des paramètres étudiées.

La comparaison entre différentes population pour la durée de la phase levée exprimés en nombre de jours depuis la semis laissent apparaitre des différences très importantes entre les populations. **Pfizenmayer (1963) in Bouaboub (2001)** souligne que la durée de germination, la levée et la densité des plantules, sont d'avantages influencés par les conditions météorologiques après le semis que par l'état du sol au moment du semis. Néanmoins dans les conditions de l'essai la population Janet a été la plus rapide à germer.

Des différences importantes ont été enregistrées entre les populations pour le paramètre longueur de la tige principale. **Lemaire (2006)**, précise que le climat a un effet important sur la vitesse de croissance de la luzerne et notamment les trois facteurs que sont le rayonnement, la température et la photopériode. Une meilleure croissance est obtenue durant la saison de printemps chez les cultivars de luzerne pérenne, avec une vitesse de croissance de 2.41cm/jours (**Lazeli, 2006**).

Les faibles hauteurs sont une forme d'adaptation pour une meilleure résistance au froid excessif, mais aussi l'augmentation de la température et le manque d'eau au moment de la croissance agissent négativement sur la hauteur des tiges de luzerne (**Bentabba, 2011**).

Parmi les populations étudiées, la population Janet (P3) a donnée les meilleurs performances. En effet cette population se caractérise par un nombre de feuilles par plant, un nombre d'entre nœud, diamètre de la tige, longueur de la tige, nombre de ramification, nombre de fleur, nombre de feuille par tige plus élevée que le reste des populations. Ce qui fait d'elle une population à fort potentiel agronomique.

Conclusion
et
Perspectives

Conclusion

L'objectif principale recherché à travers cette étude est de comprendre le comportement de la luzerne sous contrainte saline et dans les conditions édapho-climatique de la région de M'sila (en plein champs). Les résultats obtenus peuvent permettre de mieux choisir les populations qui s'adaptent le mieux à ces conditions.

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

Le premier essai avait pour but d'étudier la réaction des populations au stade plantule à différentes concentrations saline appliquées (85, 170, 254, 339 mM.l⁻¹). Les résultats obtenus permettent de faire ressortir les conclusions suivantes :

Le stress salin exerce chez toutes les populations un effet dépressif sur les paramètres étudiés : morphologique (PSF, SF, LTP, NED, NF) et les paramètres de biomasse (PFA, PSA, PFR, PSR). Mais toutes les populations réagissent de la même manière à l'effet du sel.

Le stress salin appliqué a révélé des différences de comportement entre les populations étudiées. Certaines populations comme Toujine, Tamentit, Chott ouargla, Nezla se sont distinguées par un nombre des feuilles et poids frais racinaire (NF, PFR) plus élevés. Mais leur poids sec aérien a été fortement réduite contrairement au population Meggarine qui est donnée un résultat contraire.

La population Guemar s'est distinguée par sa longueur de la tige principale et poids sec racinaire élevée.

Les trois populations Hassi Laabid, Temacine, Toujine se sont distinguées par leur surface foliaire élevée.

Certaines population comme In Salah et Janet ont tout le temps eu des comportements intermédiaires quelque soit les paramètres étudiés.

En termes de sélection les résultats obtenus permettent de dire que les populations qui arrivent à développer une biomasse racinaire fraîche importante se distinguent par un nombre des feuilles plus élevée, et que celles qui ont une biomasse racinaire sec importantes sont celles qui développent les tiges les plus longues.

Ces résultats préliminaires sont des marques intéressantes pour élucider d'avantage la relation entre le stress salin et le comportement des 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.

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

La population Janet présente des valeurs importantes pour l'ensemble des variables mesurées telles que, le taux de germination, la durée de levée, nombre de feuille par plant, nombre d'entre nœud, diamètre de tige, longueur de tige, nombre de ramification, nombre de fleur, nombre de feuille par tige par rapport les autres populations étudiées.

La population Chott Ouargla se distingue par une production de matière sèche importante.

Certaines populations comme Meggarine, Temacine, Hassi Laabid, Guemar ont tout le temps eu des comportements intermédiaires quelque soit les paramètres étudiés.

En conclusion on peut dire que les populations locales de luzerne étudiées ont montré une très grande variabilité concernant les différents paramètres étudiés que ce soit en plein champs ou bien en chambre de culture (soumises à un stress salin). Les résultats obtenus nous ont permis de les caractériser afin pouvoir les introduire prochainement dans un programme de sélection et multiplication nationale.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

Abdelguerfi et Laouar., 2002, étude de comportement de quelques population algériennes de *Hedysarum coronarium* dans la région de Sétif. Recherche agronomique INRAA N°10, 35p

Abdelguerfi –Berrakia 1985, contribution à l'etude du genre *Hedysarum L.* en algérie theme de l'obtention de magister, INA.EL harach P 1.131.

Alem C., Amri A., 2005: Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. *Reviews in Biology and Biotechnology*, Vol. 4, No. 1 : 20- 31.

Amouri A., 2016, caractérisation moléculaire et biochimique en condition de stress salin de *Medicago truncatula* gaertner, theme de l'obtention du diplom de doctorat en génétique des plantes, université ahmed ben bella oran, p 10,11

Arbaoui M., Benkhelif M., Belkhodja M., 1999, Reponses physiologiques de quelques varieties de ble dur a la salinité au stade juvenile. Ciheam- option mediterraneenes

Arnault I., Lombarkia N., Ferre E., Galy H., Lambion J., Auger J et S. Derridj, 2011. Les sucres solubles utilisent comme inducteurs de résistance de la plante aux bio-agresseurs. CETU Innophyt, Université François Rabelais de Tours, avenue Monge, 37200 Tours. P : 1.

Baba S., 2010, Effet du stress salin sur quelques parameters phénologiques (biométrie, anatomie) et nutritionals de l'Atriplex en vue d'une valorisation agronomique. mémoire de magister en Gestion des agrosystèmes sahariens université kasdi merbah ouargla p5,6,8,12

Baize., 1988, guide des analyses courantes en pédologie. Ed INRRA paris, 172p

BEKHOUCHE H., 1992: Etude de la germination de quelques lignées de pois chiche soumis à la salinité, croissance, anatomie des racines. Thèse D.E.S. Biol. Université d'Oran. 68 P.

Ben Friha F., 2008, analyse de la diversité génétique et symbiotique des populations naturelles tunisiennes de *Medicago truncatula*, theme de l'obtention du diplom de doctorat université de toulous.

Bentabba F., 2011, comportement et caractérisation de population saharienne et varieties introduites de luzerne pérenne(*Medicago sativa L.*) dans la région d'ouargla

mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en phytotechnie, université kasdi merbah ouargla

Berthomieu P., Conejero G., Nublat A., Brachenbury W.J., Lambert C., Savio C., Uozumi N., Oiki S., Yamada K., Cellier F., Gosti F., Simonneau T., Essah P.A., Tester M., Very A.A., Sentenac H., Casse F., 2003: Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. EMBO Journal, Vol. 22: 2004- 2014.

Bouaboub K., 2001, comportement de variété et population de luzerne pérenne (*Medicago sativa L.*) dans la région d'adrrar, INRA alger

Bouaouina S., Zid E., Hadji M., 2000, tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum L.*) ciheam option méditerranéennes.

Bouchoukh I., 2010, comportement ecophysiologique de deux chenopodiacees des genres atriplex et spinacia soumises au stress salin. p 16,29,6,35

BOUDEBOUS I., 2009, Comportement et caractérisation de quelques populations sahariennes et variétés introduites de luzerne pérenne (*Medicago sativa L.*) M.I.A.S, I.T.A.S, ouargla. P: 5,9

Boudour K., 2012, contribution à l'étude de la valeur alimentaire de quelques variétés de la luzerne pérenne cultivées dans le bas Chélif, mémoire de l'obtention du diplôme de magister en comportement alimentaire et nutrition animale, université hassiba ben Bouali, P 3.8

Bougadad K et al., 2015, effet de stress hydrique sur quelques paramètres biochimiques de la luzerne (*Medicago sativa L.*), mémoire de l'obtention de diplôme master académique en biotechnologie végétale, université kasdi merbah ouargla, p 6

Bourgeois Bach S., 2010. Culture et utilisation de la luzerne. Pro Conseil, Moudon, Association pour le développement de la culture fourragère, domaine de Changins.

Bouزيد S., 2010, étude de l'effet de la salinité et de la présence du molybdène sur le comportement ecophysiologique de deux variétés de plantes de l'espèce *Phaseolus vulgaris l* these de magister, université mentouri Constantine p 6,9,4

Bouzina H., 2013, Valorisation des paramètres phénologiques et fourragers de seize génotypes de la luzerne dans des conditions semi-arides, mémoire de magister en Ressources Phytogénétique et Développement Durable université hassiba ben bouali chelf

Caputa J., 1967, les plantes fourragères 3^{ème} édition librairie payot, P 35

Chaabena A., 2001, situation des cultures fourragères dans sud- Est septentrional du sahara algérien et caractérisations de quelques varieties introduites et populations saharienne de Luzerne cultivée, theme de l'obtention du diplom de magister , INA.EL harach,P 53

Chafai S., 2012, etude de l'effet du stress hydrique sur une collection de lignées de *Medicago truncatula*, theme de l'obtention du diplome de magister en biotechnologie végétale ecole nationale supérieur agronomique EL-harrach, alger. P12

Debez A., Chaibi W., Bouzid S., 2001: Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus L.* Cahiers d'étude et de Recherches Francophone/Agricultures, Vol. 10, No. 2: 135- 138.

Dutuit., 1999: Étude de la diversité biologique de *l'Atriplex halimus* pour le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants à des conditions extrêmes du milieu et constitution de clones Summary reports of European Commission supported STD-3 projects (1992-1995), published by cta tropical and subtropical agriculture, third std programme : 138-141.

Farissi., Ghoulam., Bouizgaren., 2014, effet de la salinité sur la production et la qualité fourragère de populations de Luzerne dans la region de Marrakech (maroc), p274

Foury A., 1954, les légumineuses fourragères au maroc, les cahier de la recherche agronomique rabat N°3. P 656

Haouala F., Ferjani H., Ben El-Hadj S., 2007: Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺ et Ca⁺⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, Vol. 11, N°.3 : 235- 244.

Ibriz M., Thami I., Zenasi L., Alfaiz C., 2004, production des luzernes des regions pré-sahariennes du maroc en condition salin, fourage, 180,527-540

Institut De Technologie Agricool., 1977, laboratoire du sol, methods d'analyses physiques et chimiques du sol. 3Ed. I.T.A. Mostaganem.105p.

Institut Technologique De Developpement De L'agronomie Saharienne, 1993- La luzerne, fiche technique, Institut el' ITDAS.

Khelifi H., 2008 , étude de comportement de quelque variété ou population de luzerne pérenne (*Medicago sativa L.*) et de sulla (*Herdysarum coronarium*), thème de l'obtention du diplom de magister en biodiversité biotechnologie végétale INA.EL-harach, P16

- Lachiheb K., Neffati M., Zid E., 2004:** Aptitudes germinatives de certaines graminées halophytes spontanées de la Tunisie méridionale. Options Méditerranéennes.62: 89-93.
- Lazeli M., 2006,** comportement de quelque variété ou population de luzerne pérenne (*Medicago sativa L.*) soumis à deux rigime hydrique , these ingenieura INA p 62
- Lemaire G., 2006,** la luzerne: productivité et qualité, worhshop international sur la diversité des fabacées fourragère et des leur symbiotes: application biotechnologiques, agronomiques, environnementales, ITGC alger du 19 au 22 février 2006, 174-182
- Levigner A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P., Casse-Delbart F., 1995:** Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures.4 (4): 263-273.
- Litim F., 2009,** effet de stress salin sur quelques stades phénologiques de la luzerne pérenne (*Medicago sativa L.*) mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diploma d'ingenieur d'etat en biologie, université kasdi merbah ouargla
- Mahrouz F., 2013,** effet de stress salin sur la croissance et la composition chimique de l'atriplex canescens, mémoire de fin d'etudes en vue de l'obtention du diploma d'ingenieur d'etat, université kasdi merbah-ouargla
- Mathieu M., 2003** La luzerne culture récolte conservation utilisation, Groupe France Agricole 8 ; cite paradis, 75010 Paris. P : 11,15,21
- Mauriès M., 1994** La luzerne aujourd'hui. Editions France Agricole, Paris, P 254
- Medoukali I., 2016,** les genres *Medicago L.* et *trifolium L.* en algérie : diversité morphologique, biochimique et moléculaire, theme de l'obtention du diplome de doctorat 3^{eme} cycle: biochimie et biotechnologie université de frères mentouri contantine. P 4, 22
- Mermoud A., 2006,** cours de physique du sol: maitrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique federale de Lausanne, p 23
- Mezni M., Bizid E., Hamza N., 1999,** effet de la salinité des eaux d'irrigation sur la survie et la croissance de trios cultivars de luzerne pérenne, P: 169
- Midoun N Et Kadri A., 2015,** effet du stress salin sur quelque paramètre biochimiques de la luzerne cultivée (*Medicago sativa L.*), mémoire du l'obtention de diplôme master académique en biotechnologie végétale , université kasdi merbah ourgla

Mouhammedi H., 2013, valorization des parametres phénologiques et fourragers de seize genotypes de la Luzerne dans des condition semi- aride mémoire du l'obtention de diplom de magister en ressources phytogénétique et développement durable, université hassiba ben bouali-chlef, P7

Nasri Souhila., 2014, effet du stress salin sur la germination et la croissance de quelques provenances algériennes d'arganier (*Argania spinosa l.*), memoire en vue d'obtention du diplom de magister en forestry, université abou bker belkaid- tlemcen

Pfizenmayer C., 1963, la luzerne, culture et fertilisation . Ed.SEDA. paris p 9-14

Piri K., Anceau C., El Jaafari S., Lepoivre P., Semal J., 1994: Sélection in vitro de plantes androgénétiques de blé tendre résistantes à la salinité. L'amélioration des Plantes. Ed. AUPELF-UREF, Paris: 311- 320.

Poljakoff-Mayber A., 1975: Morphological and anatomical changens as a response to salinity stress, in Plants in Saline Environments. Ecological Studies. Analysis and Synthesis (POLJAKOFF-MAYBER, A. et GALE, J., Eds). Vol. 15: 97-117. Springer, Berlin.

Raache I., Karboussa-Haloua R., 2004: Caractérisation morphologique et anatomique de quelque espèces halophiles dans la cuvette de Ouargla. Mémoire Ingénieur, Université de Ouargla, P 67

Reynolds M P., Ortiz-Monasterio J I., McNab A., 2001: Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D.F.: CIMMYT: 101-111.

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 Salinizations in two legumes. Journal of experimental botany 54:2111-2119

Thiebeau P., Justes E., Et Vanlloot P., 2001. Filière luzerne en France. Des atouts enfaveur de l'environnement.Perspectives Agricoles - n°266 - mars 2001. 32-36.

Thomson W W., 1975: The structure and function of salt glands. In: Plants in Saline Environments. Ecological Studies 15. Plojakoff–Mayber, A.and J. Gale (eds.): 118-46. Springer-Verlag, Berlin.

Tremblin G., Coudret A., 1986: Salinité, transpiration et échanges de CO₂ chez *Halopeplis amplexicaulis* (Vahl.) Ung. Oecol. Plant. 7 (21) : 417-431.

Wang Tl., Domoney C., Hedley Cl.,Casey R., Grusak MA., 2003, can we improve thenutritional quality of legume seeds? Plant physiol 131:886-891.

Annexes

Annexes 01 : Moyenne mensuelle des températures moyenne en °C (1988-2017).

année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Jaun	Juil	Août
1988-1989	24,9	20,5	14	7,6	7,7	9,9	14,7	14,9	22	24,7	30,5	30,6
1989-1990	25,1	19,7	14,6	12	9,2	12,6	14,3	15,2	20,6	28,4	28,8	28,7
1990-1991	26,7	20,3	3,2	7,3	7	8,3	12,8	14,2	17,9	26,6	31,5	30,3
1991-1992	26	18,1	11,1	7,8	6,6	8,9	12,2	15,3	20,9	23,9	28,7	30,4
1992-1993	26,2	19	13,3	9,1	6,8	8,8	12,2	16	22,1	29,3	31,2	31,2
1993-1994	24,9	20,5	13,2	9,3	9,2	10,3	15,7	15	25	28,9	32,5	33,5
1994-1995	25,3	18,9	13,8	8,9	8,2	12,7	12,5	15,7	23,2	26,8	32	29,8
1995-1996	23,5	20	13,4	10,6	10,4	8,5	12,6	16	20,9	25,1	30,3	29,6
1996-1997	23,5	17,6	13,5	10,6	9,7	12,3	13,7	16,5	23,5	29,3	31,3	30,3
1997-1998	24,5	19,2	12,3	9,4	8,9	10,8	13,3	16,8	19,6	28,8	32,4	30,5
1998-1999	26,1	17,3	13,1	8,3	8,8	8,8	13,3	18,2	26,1	30	31,9	33,8
1999-2000	26,4	22,2	12,7	8,7	6	10,4	14,8	17,9	25	28	32,4	31
2000-2001	26,2	18,5	13,9	10,1	8,9	10	17,5	17,6	22,3	29,7	32,6	32
2001-2002	26	23,5	13,2	8	7,9	11,2	15,4	18,3	23,3	29,7	31,5	30
2002-2003	25,3	20,6	14	10,6	8,6	8,6	14	18,1	23,3	30	33,9	31,8
2003-2004	25,2	20,5	13,6	8,4	8,4	11,1	13,9	15,5	18	26,9	31	31,6
2004-2005	25,1	21,5	12	9,3	6,2	7,3	14,7	17,9	25,6	29,2	33,4	30,7
2005-2006	24,5	20,4	12,3	8,2	7,3	8,8	14,3	19,9	25,4	28,8	31,8	30,8
2006-2007	24,5	19,6	15,2	10,2	9,7	12,1	12,4	16,9	21,8	28,8	31,6	31,4
2007-2008	25,5	20,3	12,2	9,5	9,4	11,7	13,6	18,2	22,7	27,6	32,6	31,8
2008-2009	26	19,1	12,1	7,8	8,5	8,2	12,6	13,1	23,2	28,9	31,9	31,6
2009-2010	25,2	19,9	13,8	10,5	9,7	11,2	14,1	17,9	20,2	27,6	32,6	31,6
2010-2011	25,8	19,1	13,2	9,2	9,1	9,3	13	19	22,3	27,1	32	31,8
2011-2012	27,7	19,4	13,8	9,5	8	6,6	13,7	16,3	24,1	31,3	33,9	33,7
2012-2013	26,6	20,8	14,5	9,2	8,8	8	14	18,4	21	26,9	32	34
2013-2014	30	26,7	23,9	12,9	9,6	11,5	12,8	19,7	23,2	27,6	31,8	32,5
2014-2015	28,1	22,1	15,4	9,1	8,2	8,5	13,9	20,3	25,2	27,9	32,8	31,4
2015-2016	25,9	19,5	13,6	8,8	10	11,4	13	19,2	22,9	28,9	32	30,8
2016-2017	25,9	21,8	13,5	9	7,3	11,6	14,8	18,6	25,6	29,6	32,5	32,6
moyenne	25,745	20,23	13,39	11,73	8,417	9,979	13,786	17,124	22,65	28,148	31,841	31,37

Annexes 02 : Pluviométrie mensuelle en mm (1988-2017).

année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Jaun	Juil	Août	totale
1988-1989	24	18	27	22	1	8	1	28	14	41	NT	26	210
1989-1990	33	7	20	16	27	NT	19	36	100	14	12	NT	284
1990-1991	14	1	20	32	3	31	62	10	11	NT	2	11	197
1991-1992	19	77	15	17	24	11	13	4	44	9	25	NT	258
1992-1993	1	3	35	14	NT	16	9	5	30	NT	NT	NT	113
1993-1994	18	NT	41	20	14	26	15	6	NT	NT	NT	14	154
1994-1995	45	44	9	4	11	7	40	7	NT	3	NT	1	171
1995-1995	16	7	11	35	62	26	32	23	46	6	7	3	274
1996-1997	3	NT	6	24	30	7	5	40	36	8	1	33	193
1997-1998	61	33	50	13	10	18	10	46	60	8	NT	2	311
1998-1999	39	6	9	5	52	6	16	12	1	21	NT	12	179
1999-2000	31	47	26	58	NT	NT	5	3	25	2	2	2	201
2000-2001	54	15	7	31	25	2	5	25	NT	NT	NT	5	169
2001-2002	45	17	15	18	11	6	1	5	5	NT	2	16	141
2002-2003	7	13	26	13	73	11	2	17	29	28	1	3	223
2003-2004	47	83	29	25	5	5	31	36	75	10	2	29	377
2004-2005	11	8	11	29	1	18	6	6	NT	7	3	3	103
2005-2006	31	16	28	6	26	50	1	14	26	29	29	5	261
2006-2007	20	NT	29	22	5	12	17	80	26	NT	NT	4	215
2007-2008	23	10	5	NT	5	5	61	NT	16	2	2	3	132
2008-2009	35	57	10	26	31	17	50	34	2	8	1	3	274
2009-2010	23	4	6	19	7	32	21	21	3	3	2	6	147
2010-2011	4	11	8	3	3	8	8	21	13	40	2	5	126
2011-2012	19	26	12	11	NT	2	31	21	4	1	1	4	132
2012-2013	59	27	9	9	15	10	21	27	14	NT	5	7	203
2013-2014	6	38	29	28	20	7	19	NT	50	11	6	2	216
2014-2015	13	2	27	13	12	25	13	6	6	3	NT	16	136
2015-2016	27	51	NT	NT	5	8	12	50	22	NT	14	NT	189
2016-2017	5	9	16	14	13,2	18	4,3	0,5	1,5	12,7	4,1	7,4	105,7
Moyenne mensuelle	25,276	24,23	19,14	19,52	18,89	14,52	18,286	21,61	26,38	12,7	6,155	8,896	215.603

Annexe 03 :

l'analyse granulométrique et détermination de la texture d'un sol.

Principe général

Sur un échantillon de terre séché à l'aire, broyer et tamiser à 2mm; on assure une destruction des ciments (organique par H₂O₂ et calcaire par HCl). Les constituants du même échantillon subissent une dispersion dans une solution alcalines, puis le prélèvement s'effectue en déduisant

la hauteur de prélèvement par la pipette de ROBINSONE; en appliquant la loi de Stokes (sans oublier de vérifier la température du liquide car elle influe largement...)

-Réactifs

-Eau oxygénée 30V

-Solution d'HCl

-Solution de nitrate d'argent

-Eau distillée

Mode opératoire

Peser 10 à 20g de la terre fine (selon que le sol au test de toucher est sableux ou argileux)

-destruction des ciments

-dispersion

-prélèvement des fractions

-expression des résultats

Il faut tout d'abord effectuer toutes les corrections dus au dispersant, à matière organique et au calcaire si on les détruits

P : prise d'essai

P1: poids d'argile + limon fin + examétaphosphate prélevés et pesés à sec

P2 : poids d'argile + examétaphosphate de sodium

Pr: poids de examétaphosphate de sodium

P3: poids des sables fins

P4 : poids des sables grossier

V1: volume totale de la pipette

V2: volume totale de suspension

MO: pourcentage de la MO

Annexes 04:

Dosage de calcaire totale

Le calcaire total groupe les carbonates insolubles des sols, ceux du calcium et du magnésium. Il est mesuré par l'intermédiaire du calcimètre de Bernard. Il peut également être apprécié par le test d'effervescence

Principe

Sous l'action d'un acide fort, l'acide chlorhydrique, les carbonates se décomposent. Il en résulte un dégagement de gaz carbonique. La méthode au calcimètre de Bernard permet la mesure du volume de CO₂ dégagé, recueilli dans un tube gradué. Le test d'effervescence permet d'estimer, à l'œil nu, l'importance des bulles formées.

Réactif

HCl

Eau distillée saturée en NaCl (300g/l)

Calcaire pur et sec (CaCO₃ en poudre)

Mode opératoire

Etalonnage

- Remplir, au préalable, l'appareil d'un liquide coloré légèrement acide pour éviter une solubilisation du CO₂ (HCL N/20)
- Introduire dans le doigt de la fiole ou dans un petit tube environ 5ml d'acide
- Peser exactement une prise d'essai de carbonate de calcium (1g de CaCO₃ donne naissance à 225 ml de CO₂), l'introduire dans la fiole
- Boucher, ouvrir la pince, mettre les niveaux liquides à zéro; même niveau dans le tube et dans l'ampoule. Fermer la pince
- Renverser la fiole afin de faire couler sur l'échantillon l'acide se trouvant dans le doigt. Le dégagement gazeux commence. Lorsqu'il est terminé, le niveau ne change plus dans le tube manomètre, équilibrer les niveaux en abaissant l'ampoule afin que le liquide soit dans le même niveau dans l'ampoule et le tube.

- Lire le volume V correspondant au poids P (avec le carbonate pur)

b- Dosage Selon l'importance des carbonates, évaluées par le test d'effervescence, on peut orienter la prise d'essai variant de 0.5 à 1g de terre à 2mm. La prise d'essai choisie sera disposée comme pour l'étalonnage. Soit P la prise d'essai et V1 le volume dégagé.

Calculs et résultats

$$\text{CaCO}_3\% = 0.3 \cdot v_t/V_{\text{ech}} \cdot P \cdot 100$$

v_t : volume de témoin

V_{ech} : volume de l'échantillon

On a :

$$V_t = 58.7 \text{ et } V_{\text{ech}} = 77$$

$$\text{CaCO}_3\% = 0,3 \cdot 58,7/77 \cdot 0,5 \cdot 100$$

$$= 45\%$$

Interprétation

Selon Geppe in Baize 1988 (travaux de commission: données analytique et interprétation agronomique):

<1% Horizon non calcaire

1-5% Horizon peu calcaire

5-25% Horizon modérément calcaire

25-50% Horizon fortement calcaire

50-80% Horizon très calcaire

>80% Horizon excessivement calcaire

Notre échantillon est fortement calcaire.

Annexes 05

Mésure de la conductivité électrique CE

Principe :

La conductivité électrique d'un liquide est fonction de sa concentration en électrolytes. En pratiquant des extraits aqueux de sols, la mesure de la conductivité permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur globale en sels dissous (chlorures, sulfates, carbonates)

Mode opératoire:

- peser 10g de terre tamisée (2mm) dans un bécher de 100ml et ajouter 50ml d'eau distillée exactement mesuré(fiole jauger ou pipette)
- agiter 2minutes sur agitateur magnétiques
- laisser reposer une demi-heure
- vérifier la constante de cellule
- effectuer les mesures de la conductivité électrique en notant la température.

Interprétation

mesure	Non salé	Peu salé	salé	Très salé	Extrêmement salé
CE mMhos/cm	<0.6	0.6-1.2	1.2-2.4	2.4-6	>6

Annexes 06:

Dosage de la matière organique du sol

Principe:

La méthode de walkley et black consiste à oxyder à froid le carbone de la matière organique contenu dans un échantillon de sol en présence d'un oxydant puissant : le bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu sulfurique

Réactif:

- bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$), 49.04g/l
- sulfat de fer ($Fe SO_4, 7H_2O$): dissoudre 278g dans 400ml d'eau distillée, ajouté 80ml de l'acide sulfurique concentré , laisser à refroidir et mener le volume à 1000ml avec l'eau distillé

- acide orthophosphorique concentré (H_3PO_4)
- aérium diphénylamine sulfonate : dissoudre 0.5g dans 20ml d'eau distillée et ajouter 100ml d'acide sulfurique concentré

Mode opératoire

- peser suivant la richesse estimée du sol en MO
- introduire la prise d'essai dans un bécher de 300-500ml
- agiter légèrement pour disperser le sol dans la solution
- puis ajouter plus rapidement 20ml d'acide sulfurique concentré
- agiter immédiatement le bécher
- laisser reposer le bécher pendant "à minutes
- ajouter 200ml d'eau distillée+10ml d'acide orthophosphorique
- ajouter 3gouttes de diphénylamine
- titrer par une solution de sulfate de fer jusqu'au changement de couleur
- le témoin se fait à blanc

Calcul

$$C\% = (n' - n) / P \cdot 1.03/0.77$$

n' : volume de titration pour le témoin

n : volume de titration de l'échantillon de sol

P : poids de sol

Déduire la valeur ou le pourcentage de MO de l'échantillon en appliquant la formule

$$MO\% = C\% \cdot 1.72$$

On a :

$n' = 13$ et $n = 07$ après l'application de formule

$$C\% = 2,33 \text{ et } MO\% = 4,35$$

Interprétation

Norme d'interprétation selon **I.T.A.**

<1 : très pauvre

1-2 : pauvre

2-4 : moyenne

>4 : riche

- notre sol est riche en matière organique.

Annexes 07 :

Tableaux les moyennes des population pour quelque paramètre étudiée (essai 01)

	SF	NF	NED	PFA	PSR	LTP
P1	148.00	8.20	6.90	0.78	0.04	11.80
P2	158.27	10.18	6.18	0.74	0.04	11.00
P3	139.70	10.20	6.60	0.71	0.04	12.40
P4	167.63	9.75	7.00	0.84	0.05	11.50
P5	172.70	11.50	7.00	0.84	0.04	11.95
P6	143.77	10.00	6.38	0.70	0.05	11.58
P7	137.50	10.90	7.40	0.68	0.08	10.85
P8	139.44	10.33	6.78	0.78	0.03	9.17
P9	141.40	11.20	6.30	0.95	0.05	12.35
P10	118.36	10.36	6.36	0.90	0.05	12.41

Annexes 08 :
Tableaux les moyennes des populations pour quelque

paramètre étudiée en fonction des concentrations en NaCl

	PSA	PFR
T0	0.263	0.268
T1	0.166	0.159
T2	0.081	0.085
T3	0.037	0.036
T4	0.02	0.01
% de réduction	92%	95%

Annexes 09:

Tableaux des moyennes des populations pour quelque paramètres étudiées (essai 2)

POP	LVE	LNG	DIAM	NED	NRM	NFT	NFP	NFL	PF	PS
P1	0.78	37.16	1.23	25.33	3.00	54.33	99.33	1.67	51.88	10.43
P10	0.58	37.77	0.93	25.33	3.00	36.00	76.00	1.33	51.74	19.67
P2	0.62	38.22	1.07	22.33	2.67	46.00	75.33	3.33	36.09	11.30
P3	0.30	50.66	1.65	46.67	4.33	74.00	196.33	8.33	66.08	17.10
P4	0.53	42.94	1.06	26.67	3.33	56.00	121.00	1.67	72.32	17.83
P5	0.53	41.77	1.15	19.33	2.33	46.33	74.67	3.67	58.29	15.13
P6	0.53	37.83	1.00	17.67	2.33	47.67	64.33	2.00	49.41	14.27
P7	0.43	41.28	0.91	18.67	2.33	56.67	77.67	2.33	49.13	12.93
P8	0.82	34.49	0.99	28.67	4.00	32.33	110.33	4.67	60.60	18.70
P9	0.67	45.39	1.14	28.00	3.33	50.67	96.00	1.00	66.74	16.23

Annexes 10 :

Tableau de teneur en matière sèche chez les populations étudiées

POP	PS/PF	MS%
P1	0.20	20%
P2	0.31	31%
P3	0.25	25%
P4	0.24	24%
P5	0.25	25%
P6	0.28	28%
P7	0.26	26%
P8	0.30	30%
P9	0.24	24%
P10	0.38	38%

دراسة سلوك بعض الأصناف المحلية من البرسيم الدائم (*Medicago sativa L.*) تحت الإجهاد الملحي وفي الحقول المفتوحة في منطقة مسيلة

ملخص

هذا العمل يهدف أساسا إلى تقييم سلوك 10 أصناف من الفصة (واحات الصحراء) أثناء التنمية و النمو تحت الإجهاد الملحي وتأقلمها في منطقة مسيلة وهكذا أجريت تجربتين , التجربة الأولى تهدف إلى تحديد تأثير الإجهاد الملحي على المعايير المرفولوجية, ويبدو أن الإجهاد الملحي يؤثر تأثير كبير على جميع الأصناف و القياسات و لكن الأصناف تبني استراتيجيات مختلفة للتعامل مع الإجهاد. الصنف (توجين) يقدم قيم مهمة في: عدد الأوراق, الوزن الطازج للجذور. يهدف الاختبار الثاني إلى دراسة الخصائص المرفولوجية لبعض العشائر الصحراوية للفصة وتأقلمها في منطقة المسيلة , أظهرت النتائج أن الصنف (جنات) يقدم قيم مهمة في : معدل الإنبات, مدة الظهور, عدد الأوراق, عدد العقد, عدد التفرعات , قطر الساق, عدد الأزهار.

الكلمات المفتاحية : الفصة, الإجهاد الملحي, العشائر, التنمية و النمو.

Etude du comportement de quelques populations locales de luzerne pérenne (*Medicago sativa L.*) sous contrainte saline et en plein champs dans la région de

M'sila

Résumé :

Ce travail vise principalement à évaluer le comportement de 10 populations locales (Oasises sahariennes) de Luzerne pérenne (*Medicago sativa*) sous contrainte saline dans une chambre de culture et l'évaluation de leur développement en plein champs (région de M'sila). Deux essais ont été conduits. Le premier essai a pour but de déterminer l'effet du stress salin sur quelques paramètres morphologiques biométriques et de biomasse. Les résultats obtenus ont montrés que toutes les populations réagissent au stress salin mais en suivant des stratégies différentes. La population (Touijine) représenté des valeurs importants dans le nombre des feuilles, le poids frais racinaire. Le deuxième essai a pour but d'étudier le comportement des populations de luzerne dans la région de M'sila. Les résultats obtenus montrent que la population (Janet) s'est distinguée par sa rapidité à la levée, par un nombre de feuilles, un nombre d'entre nœud, un nombre de ramification, et un diamètre de la tige plus important que chez les autres populations.

Mots-clé: Luzerne, stress salin, populations, développement et croissance.

Abstract

Study of the behavior of some local populations of perennial alfalfa (*Medicago sativa L.*) under salt stress and in open fields in the M'sila region

This work aims mainly to evaluate the behavior of 10 local populations (Saharan Oases) of perennial lucerne (*Medicago sativa*) under salt stress in a chamber of culture and evaluation of their development in open fields (M'sila region). Two tests were conducted. The first test aims to determine the effect of salt stress on some biometric morphological and biomass parameters. The results showed that all populations respond to salt stress but follow different strategies. The Touijine population represented important values in the number of leaves, fresh root weight. The second trial aims to study the behavior of alfalfa populations in the M'sila region. The results show that the population (Janet) was distinguished by its emergence

speed, number of leaves, number of knots, branching number, and stem diameter greater than that of other populations.

Keywords: Alfalfa, salt stress, populations, development and growth.