

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE : DES SCIENCES
DEPARTEMENT : DES SCIENCES
AGRONOMIQUES



DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE
FILIERE : SCIENCE AGRONOMIQUE
OPTION : PRODUCTION VEGETALE
ET ENVIRENEMENT

N° :

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par: AYED KHADIDJA

TIAIBA EROMAYSSA

Intitulé

Variabilité intra et interspécifique de réponses
au stress salin chez le genre *Artemisia*.

Soutenu devant le jury composé de:

Mr BAHLOULI F Professeur Université de M'sila
Mr TORCHIT N. M.A.A Université de M'sila
Mr HADJ KUIDER A. M.A.A Université de M'sila

Président
Rapporteur
Examineur

Année universitaire : 2016 /2017

Remerciements

Nous remercions "Allah" qui nous aidé à réaliser ce mémoire. "allahoma laka alhamdou kama yambaghi li djalali wadjika wa adhimî soltanek." Louange à DIEU

Ces quelques mots ne suffiront pas à exprimer mes sincères remerciements à tous ceux qui m'ont accompagné scientifiquement ou personnellement au cours de cette aventure. Je vais prendre la peine de rédiger quelques lignes précises, avec le risque d'être injuste et d'oublier certaines personnes auxquelles nous demandons de bien vouloir nous excusons par avance, mais sachez que ce travail n'aurait pas pu être réalisé sans vous.....

Tout puissant de nous avoir donnée le courage, la volonté et la patience pour terminer ce travail. Au terme de ce travail, nous tenons tout d'abord à remerciement et notre gratitude s'adressent à notre promoteur Mr TORCHIT Nadir pour son aide, ses orientations, sa patience et sa disponibilité. Aux membres de jury qui ont en obligeance de bien vouloir examiner et juger ce modeste travail

Nous remercions tout le personnel du laboratoire universitaire d'agronomie. Préservation et valorisation de pôle universitaire de l'université mohammed bodiaf–Msila et de la faculté des sciences d'agronomie, pour leur précieuse aide et leur compréhension. Tous ceux ont participé de près ou loin pour la réalisation de ce travail. En fin nous tenons à remercier les amis (es) de promotion de production végétale et environnement.

A nos famille qui nous encouragée, aidée et soutenue tout au long de mon parcours universitaire, je leur dédie ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre, à cette source de tendresse, de patience et de générosité « À ma mère ! »

À Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

À tous mes frères, yaagoub, Iyad , amine et ma sœur aicha lina

Sans oublié mes grand-mère et mon grand-père que j'aime

À toute ma famille

À mon encadreur Mr Torchit N. Pour son aide et sa précieuse attention

À tous mes enseignants qui ont enseigné moi

À un personne unique qui j'ai trouvée dans mes moment les plus difficile et qui me donne toujours l'impulsion d'espoir "Kopi Kach " que dieu le protéger

À tous mes amis surtout « Bounab Abir, Taiba Romissa »,

À mes collègues .À tous les étudiants de la promotion 2016/2017

Option : Production végétale et Environnement

À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

« Certes, il y'a des travaux pénibles ; mais la joie de la réussite n'a-t-elle pas à compenser nos douleurs ? » Jean de la bruycère.

Ayad Khadidja

Dédicace :

Je dédie ce travail à:

A ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour

A ceux qui m'ont encouragé dans mes moments les plus difficiles

A ceux qui m'ont fait confiance, qui m'ont soutenu sans faille dans tous mes projets et qui ont toujours accepté mes choix

A mes parents;

durant mes études, je les remercie ;

A ma sœur adorée pour son amour et son support continu;

Djoumana;

A mes frères chéris;

Mounir, Ahmed, Islem;

Merci a ma deuxiemme famille;

Mohammed, Noura;

Mes adorables sœurs : Zouzou ,Aicha, Ahlem;

Mes beaux;

Adem, Islem, oussama;

A mon adorable binôme;

khadidja

A mes belles amies;

Leila, Israa, Fatiha, Abir,

A mes tantes, mes oncles, a toutes ma famille;

A tous ceux qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui;

Romaïssa

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION.....	1
Chapitre I : Généralités sur le genre <i>Artemisia</i>	
I.1.Présentation de Le genre <i>Artemisia</i>	2
I.2.Présentation de l'armoise blachhe (<i>Artemisia herba alba Asso</i>).....	2
I.2.2. Origine et répartition géographique.....	4
❖ Origine.....	4
❖ Répartition géographique.....	4
I.2.3. Description botanique.....	5
I.2.3.1. Partie aérienne.....	5
I.2.3.2. Partie souterraine ou racine	6
I.2.4. Biologie.....	6
I.2.5. Ecologie de la plante.....	6
I.2.6. Systématique et classification.....	7
I.2.7. Usage de la plante.....	7
❖ Utilisation thérapeutique.....	7
❖ Activité antibactérienne.....	7
❖ Usage alimentaire.....	8
I.2.8.Composition chimique	8
I.3. Présentation de la plante d' <i>Artemisia campestris</i> L.....	9
I.3.1. Origine et distribution	9
I.3.2. Description botanique.....	9

I.3.3. Systématique de la plante.....	10
I.3.4. Composition chimique.....	10
I.3.5. L'utilisation d' <i>Artemisa campestris</i>	11
❖ Activités biologiques.....	11
❖ Activité antioxydante	11
❖ activité antibactérienne	11
❖ Effets insecticide	12
❖ Propriétés allélopathiques.....	12
❖ Activité hypoglycémiant	12
❖ Effets antipoison.....	12

Chapitre II: Généralité sur la salinité et le stress salin.

II.1. Définition de la salinité.....	13
II.2. Les principaux sels solubles	13
❖ Les carbonates.....	13
❖ Les sulfates	13
❖ Les chlorures.....	13
II.3. Origine de la salinisation des sols.....	14
II.3.1. La salinité primaire	14
II.3.2. La salinité secondaire.....	14
II.4. Processus de salinisation	14
❖ La salinisation.....	14
❖ la sodisation.....	14
❖ L'alcalisation	14
II.5. Classification des sols salés	14

❖ Sols à complexe sodique ou sols alcalins (les solonetz).....	14
❖ Sols salins (Solontchaks).....	14
II.6. Répartition des sols salés dans le monde.....	15
II.7. Répartition des sols salés en Algérie.....	16
II.8. Effet de salinité sur le sol.....	16
II.8.1. Action de la salinité sur les propriétés physiques des sols.....	16
❖ Action sur la stabilité structurale	16
❖ Effet sur la perméabilité du sol.....	16
❖ Effet sur le complexe adsorbant.....	16
❖ Action sur la rétention en eau	16
II.8.2. Action de la salinité sur les propriétés chimiques.....	17
II.8.3. Action de la salinité sur les propriétés biologiques de sol.....	17
II.9. Le stress et le stress salin.....	17
II.9.1. Définition du stress.....	17
II.9.2. Types de stress.....	17
II.9.2.1. Le stress abiotique.....	17
❖ Le stress hydrique	17
❖ Le stress thermique.....	17
❖ Le stress salin.....	17
II.9.2.2. Le stress biotique.....	17
II.9.3. Le stress salin.....	18
II.9.3.1. Définition	18
II.9.3.2. Les composantes du stress salin.....	18
❖ Composante osmotique.....	18

❖ Composante ionique	18
❖ composante nutritionnel	18
II.9.4. Effet du stress salin sur les végétaux.....	19
II.9.4.1. Effet sur la germination.....	19
II.9.4.2. Effet du sel sur la morphologie des plantes	20
II.9.4.3. Effet de la salinité sur la croissance et le développement.....	20
II.9.4.4. Effet Sur les échanges gazeux et la photosynthèse.....	21
II.9.4.5. Effet sur l'absorption d'eau et la transpiration	21
II.9.4.6. Effet de la salinité sur la nutrition minérale.....	21
II.9.5. Les Mécanismes d'adaptations des plantes à la salinité.....	22
II.9.5.1. Adaptation morphologiques	22
II.9.5.2. Adaptation physiologiques et biochimiques.....	22
❖ Ajustement osmotiques.....	22
❖ L'accumulation de proline.....	23
❖ L'augmentation de la teneur des sucres solubles.....	23
❖ Exclusion des ions	23
❖ Inclusion des ions.....	23
❖ Compartimentation vacuolaires de sodium	24
❖ les Antioxydants.....	24
II.9.6. Le comportement des plantes vis-à-vis de la salinité	24
 Chapitre III : Matériels et Méthodes	
III.1.Premier Etude : Etude interspécifique de comportement à la salinité entre deux espèce du genre <i>Artemisia</i> (<i>Artemisia herba alba</i> et <i>Artemisiacampestris</i>)	26
III.1.1.comportement germinatif sous stress salin	26

❖ Le matériel végétal.....	26
❖ Provenance.....	26
❖ Désinfection de matériel végétal.....	27
❖ La mise à germination.....	27
❖ les traitements utilisés	27
III.1.2.Comportement en croissance sous stress salin.....	28
❖ Préparation de milieu de culture.....	28
❖ la mise en culture des graines sous la hotte à flux laminaire	29
III.2.Deuxième Etude intraspécifique de comportement à la salinité entre deux populations <i>Artemisia herba alba</i>	30
❖ Matériel végétal	30
❖ La capacité de rétention en eau de chaque sol.....	31
❖ Les caractéristiques des substrats	32
III.3.Le paramètre analysé	31
III.4.Le dispositif expérimental	32
III.5.Analyse statistiques.....	33
Chapitre IV : Résultats et discussion	
IV.1. Premier Etude : Etude interspécifique de comportement à la salinité entre deux espèce du genre <i>Artemisia</i> (<i>Artemisia herba alba</i> et <i>Artemisiacampestris</i>).....	34
IV.1.1.Effet de la salinité sur le taux de germination final	34
❖ Effet traitement salin	34
❖ Effet espèce	34
❖ Effet : traitement× espèce	35
❖ Discussion	36
IV.1.2.Effet de la salinité sur le poids frais total des plants.....	37
❖ Effet : salinité	37

❖ Effet : espèce.....	37
❖ Effet : salinité × espèce.....	38
❖ Discussion.....	39
IV.1.3.Effet de la salinité sur le nombre de feuilles par plant.....	39
❖ Effet salinité.....	39
❖ Effet : Espèce.....	40
❖ Effet : salinité × espèce.....	40
❖ Discussion	41
IV.1.4.Effet de la salinité sur la longueur de la partie aérienne	42
❖ Effet salinité	42
❖ Effet espèce	42
❖ Effet : salinité× espèce.....	43
❖ Discussion.....	44
IV.1.5.Effet de la salinité sur la longueur de la partie souterraine.....	44
❖ Effet : salinité.....	44
❖ Effet : Espèce	45
❖ Effet : salinité× espèce	45
❖ Discussion	46
IV.2.Deuxième Etude intraspécifique de comportement à la salinité entre deux populations d' <i>Artemisia herba alba</i>	47
IV.2.1.Effet de la salinité sur la teneur en sucres des feuilles	47
❖ Effet salinité.....	47
❖ Effet : population	47
❖ Effet : salinité× population.....	48
❖ Discussion.....	49
IV.2.2.Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle des feuilles	50

❖ Effet salinité.....	50
❖ Effet : population.....	50
❖ Effet : salinité× population.....	51
❖ Discussion.....	51
IV.2.3.Effet de la salinité sur la teneur en Sodium des feuilles.....	52
❖ Effet salinité.....	52
❖ Effet population.....	53
❖ Effet : salinité× population.....	53
❖ Discussion.....	54
IV.2.4.Effet de la salinité sur la teneur en sodium des racines	55
❖ Effet salinité.....	55
❖ Effet espèce.....	55
❖ Effet : salinité × population.....	56
❖ Discussion.....	57
CONCLUSION.....	58

LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIES

Les ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II-1: Caractéristiques physico chimiques des grands types de sols salés	15
Tableau II-2 : Superficies affectées par la salinité dans le monde	15
Tableau III-1- : Macro et Micro-élément de milieux Murashig et Skoog.....	28
Tableau III-1 : Composition de la solution du Fer-EDTA.....	29
Tableau III-3: les différentes concentrations salines ajoutées au milieu de culture MS	30
Tableau III- 4: Données géographique des sites échantillonnées.	30
Tableau III-5 : La capacité de rétention en eau de chaque sol.....	31
Tableau III- 6: Caractéristiques des substrats des différents sites	31
Tableau III- 7: Dispositif expérimentale en randomisation totale de l'essai de l'étude de la variabilité interspécifique chez deux populations d' <i>Artemesia herba alba</i> (MAAZA et KHERMAM)	32
Tableau III-8 : Dispositif expérimentale en randomisation totale de l'essai de l'étude de la variabilité intraspécifique chez 2 espèces du genre <i>Artemesia</i> (<i>Artemesia herba alba</i> et <i>Artemesiacampestris</i>).....	33
Tableau IV-1 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du taux de germination final (effet traitement salin)	34
Tableau IV-2 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de taux de germination final (effet espèce)	34
Tableau IV- 3: Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de taux de germination final (effet traitement × espèce)	35
Tableau IV- 4: Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du poids frais (effet traitement salin)	37
Tableau IV-5 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du poids frais (effet espèce)....	37
Tableau IV-6 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du poids frais (effet espèce × traitement).....	38
Tableau IV-7 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du nombre de feuilles (effet traitement salin)	39
Tableau IV-8 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du nombre de feuilles (espèce)	40
Tableau IV-9 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du nombre de feuilles (effet espèce × traitement).....	40
Tableau IV-10 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance la longueur de la partie aérienne (effet traitement salin).....	42
Tableau IV-11 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance la longueur de la partie aérienne (effet espèce).....	42
Tableau IV-12 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance la longueur de la partie aérienne (effet traitement salin × espèce).....	43
Tableau IV-13 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance la longueur de la partie souterraine (effet traitement salin).....	44

Tableau IV-14 : Moyennes et résultants de l'analyse de la variance la longueur de la partie souterraine (effet espèce)	45
Tableau IV-15 : Moyennes et résultants de l'analyse de la variance la longueur de la partie souterraine (effet traitement salin × espèce)	45
Tableau IV-16 : Moyennes et résultants de l'analyse de la variance de la teneur des sucres totaux (effet traitement salin).....	47
Tableau IV- 17: Moyennes et résultants de l'analyse de la variance de la teneur des sucres totaux (effet population)	47
Tableau IV- 18: Moyennes et résultants de l'analyse de la variance de la teneur des sucres totaux (effet traitement salin ×population)	48
Tableau IV- 19: Moyennes et résultants de l'analyse de la variance de la teneur en chlorophylle (effet traitement salin).....	50
Tableau IV-20 : Moyennes et résultants de l'analyse de la variance de la teneur de chlorophylle (effet population)	50
Tableau IV-21 : Moyennes et résultants de l'analyse de la variance de la teneur en chlorophylle (effet traitement salin × population)	51
Tableau IV-22 : Moyennes et résultants de l'analyse de la variance de la teneur en sodium des feuilles (effet traitement salin)	52
Tableau IV-23 : Moyennes et résultants de l'analyse de la variance de la teneur en sodium des feuilles (effet population).....	53
Tableau IV-24 : Moyennes et résultants de l'analyse de la variance de la teneur en sodium des feuilles (effet traitement salin × population).....	53
Tableau IV-25 : Moyennes et résultants de l'analyse de la variance de la teneur en sodium des racines (effet traitement salin)	55
Tableau IV-26 : Moyennes et résultants de l'analyse de la variance de la teneur en sodium des racines (effet population)	55
Tableau IV-27 : Moyennes et résultants de l'analyse de la variance de la teneur en sodium des racines (effet traitement salin × population)	56

LISTE DES FIGURES

Figure I-1 : l'armoise blanch	3
Figure I-2 : Morphologie générale de plante d' <i>Artémisia Herba alba</i> asso	6
Figure I-3 : Morphologie de la feuille d' <i>Artemisia Herba alba</i> asso.....	6
Figure I-4 : Morphologie de la fleur d' <i>Artermisia Herba alba</i> asso	6
Figure I-5 : La plante <i>Artemisia Campestris</i>	9
Figure II- 1: Effet de sodium sur le complexe adsorbant	16
Figure II-2 Diminution du pourcentage de germination avec l'augmentation de la salinité (LAUCHLI ET GRATTAN, 2007).....	19
Figure II-3 : Schématisation des deux phases de développement des plantes tolérantes et sensible sous stress salin (MUNNS, 2002).....	21
Figure II-4 : production de biomasses de different groupes de plantes suivant la salinité A: Halophytes vraies;B:Halophytes facultatives;C:Non halophytes résistantes;D glycomphytes.....	25
Fig III-1 : Les graines d' <i>Artemisia herba alba</i> et d' <i>Artemisia campestris</i> après extraction.....	26
Fig III-2 : la mise en germination d' <i>Artemesia herba alba</i> et d' <i>Artemesia compestris</i> sous stress salin.....	27
Figure IV- 1: Effet du stress salin sur le taux de germination d' <i>Artemisia herba alba</i> et d' <i>Artemisiacampestris</i>	35
Figure IV-2 : Germination des graines d' <i>artemisia herba alba</i> et d' <i>artemisia campestris</i> sous le contrainte saline.....	36
Figure IV- 3: Effet du stress salin sur le poids frais d' <i>Artemisia herba alba</i> et d' <i>Artemisia campestris</i>	38
Figure IV- 4: Effet du stress salin sur le nombre des feuilles d' <i>Artemisia herba alba</i> et d' <i>Artemisiacompestris</i>	41
Figure IV- 5: Effet du stress salin sur la longueur de la partie aérienne d' <i>Artemisia herba alba</i> et d' <i>Artemisia Campestris</i>	43
Figure IV-6 : Effet du stress salin sur la longueur des racines d' <i>Artemisia herba alba</i> et d' <i>Artemisia campestris</i>	46
Fig IV- 7: Effet du stress salin sur la teneur des sucres solubles chez les deux populations MAAZA et KHERMAM.....	49

Figure IV- 8: Effet du stress salin sur la teneur en chlorophylle chez les deux populations MAAZA et KHERMAM.....	51
Figure IV- 9: Effet du stress salin sur la teneur en soduim des feuilles chez les deux populations MAAZA et KHERMAM.....	54
Figure IV- 10: Effet du stress salin sur la teneur en soduim des racines chez les deux population MAAZA et KHERM.....	56

LISTE DES ABREVIATIONS

TMG : Temps moyen de germination.

% TG : Taux de germination.

NaCl : Chlorure de sodium.

LT : Longueur de la tige.

LR : Longueur de la racine.

MF : matière fraîche.

INRA : institut nationale de la recherche Agronomique.

FAO: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

APX : Ascorbate peroxydases.

ABA : Acide abscissique.

Cl⁻: Ion chlorure.

Ca²⁺: Ion calcium.

CAT: catalases.

CO₂ : Hydroxyde de carbone.

HNO₃⁻: Nitrate

K⁺ : Potassium

Na⁺: Sodium

NO₃⁻: Nitrate

NADPH : Nicotinamide dinucléotide phosphate

PR : Partie racinaire

PA : Partie aérienne

ROS : Espèces réactives d'oxygènes

SOD : Superoxyde-dismutases

SOS : Salt overly sensitive

TRE : Teneur relatif en eau

CR : capacité de rétention

pH : Potentiel Hydrogène

DO : Densité optique

C : Concentration

SS : Sucre soluble

T : Traitement.

CV : coefficient de variation

NS. : Non significatif

S. : significatif

HS. : Hautement significatif

UNITES :

m² : Mètre carré.

m : Mètre.

Cm : Centimètre.

mm : Millimètre.

ml : Milli litre.

mM : Milli molaire.

C° : Degré Celsius.

s.m-1 : Siemens par mètre.

mS cm⁻¹: Milli siemens par centimètre.

g : Gramme.

mg : Milligramme.

µg : Microgramme

g /l : Gramme par litre.

ha : Hectare.

% : Pourcentage.

CE: Conductivité électrique.

mg/g MF : milli gramme/gramme de matière fraîche.

mg/g Ms : milli gramme/gramme de matière sèche

meq : milliéquivalent

Mmhos/cm : millimhos/centimètre ou millisiemens/centimètre

Introduction :

Dans les régions arides et semi arides la salinité constitue le facteur majeur qui limite la croissance et la productivité des plantes, dans ces régions près de 40% des terres cultivées sont affectées par la salinité (Hamdy, 1999), en Algérie 3 millions d'hectares sont menacés par ce phénomène

Dans ces écosystèmes les faibles précipitations associées aux fortes évaporations entraînent l'accumulation des sels en surface. La salinité n'est pas forcément liée aux conditions climatiques, mais également aux pratiques culturales mal contrôlées, à l'utilisation des ressources hydriques de qualité médiocres et l'application excessive des engrais

Dans ce milieu hostile de salinité, les plantes se trouvent en face des conditions extrêmes de non disponibilité d'eau (sécheresse physiologique) et de déséquilibre nutritionnels ce qui entrave la croissance et le développement normal des plantes, limitant ainsi la répartition des plantes dans ces écosystèmes fragile

La réhabilitation de ces zones par des espèces adaptées à la salinité devient une nécessité de premier ordre afin de préserver la stabilité de ces écosystèmes, dont l'objectif est multiple : réduire l'érosion et la dégradation des sols, offrir une source d'alimentation aux animaux d'élevages, conservation de la faune sauvage.

La réhabilitation des environnements salins passe tout d'abord par le choix judicieux d'espèces bien adaptées à ces milieux, ce choix s'opère par la compréhension des mécanismes de réponses à la salinité. Notre étude porte sur deux volets :

- une étude à l'échelle interspécifique entre deux espèces du genre *Artemisia* présente dans nos régions steppiques, à savoir *l'Artemisia Herba alba Asso* (Armoise blanche) et *l'Artemisia Campestris* (Armoise rouge), ce choix repose sur la simple raison qu'elles font partie de la flore spontanée de nos régions steppiques, régions caractérisées par les faibles précipitations et les forts ensoleillements (conditions environnementales stressantes).
- une étude à l'échelle intraspécifique entre deux populations d'*Artemisia herba alba*, le choix de cette étude est basé sur le polymorphisme morphologique et génétique élevés existant chez cette espèce

L'objectif de cette étude est de repérer au niveau intraspécifique et intraspécifique des individus qui répondent mieux aux stress salin, pour cela nous avons réalisés deux essais :

- un essai en In vitro qui concerne une étude comparative de réponse à la salinité chez deux espèces d'*Artemisia* à savoir : *l'Artemisia Herba alba Asso* (Armoise blanche) et *l'Artemisia Campestris* (Armoise rouge). A travers cette étude nous allons réaliser une caractérisation morphologique de réponse à la salinité chez les deux espèces étudiées.
- un essai In vivo qui concerne la mise en évidence des réponses, physiologiques, biochimiques et établir une caractérisation comparative entre deux populations d'*Artemisia Herba alba* (MAAZA et KHARMAM).

Chapitre I : Généralités sur le genre *Artemisia*.

I.1. Présentation de Le genre *Artemisia* :

L'*Artemisia* est un genre très vaste et très diversifié, avec 200 - 400 espèces de plantes de la famille des Asteraceae (YANIV et *al.*, 2011).

C'est l'un des genres le plus répandu et le plus étudié de cette famille; il contient un nombre variable d'espèces allant jusqu'à 400 espèces (MUCCIARELLI AND MAFFEI., 2002). Il a été rapporté que le genre *Artemisia* est riche en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les acides cafféoylquinic, les coumarines, les huiles essentielles, les stérols et les acétylènes (KUNDAN et ANUPAM., 2010).

Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* possèdent des propriétés thérapeutiques, elles sont non seulement utilisées dans la médecine traditionnelle, mais aussi dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique (MIRJALILI et *al.*., 2007).

Selon VALLES and MCARTHUR (2001) les différentes espèces du genre *Artemisia* sont trouvées dans de nombreux écosystèmes : Dans le désert (*A. santolina* , désert d'Ouzbékistan et d'Iran) et les environnements humides (*A. molinieri*, Sud de la France, *A. cana* ssp. *Bolanderi* , Oregon des Etats-Unis) ; Dans les zones situées à peine plus haut que le niveau de la mer (*A. caerulea* , Marais salants marins européens) et les sommets des hautes montagnes, à près de 4000 m (*A. melanolepis* Iran et *A. pattersonii* , Nord Américain) ; Certaines espèces sont rudérale (*A. vulgaris*). Certaines plantes du genre *Artemisia* (Asteraceae) ont été utilisées comme plantes médicinales dans la médecine populaire depuis les périodes antiques (PROKSCH, 2005 ; MESSAI, 2011).

Parmi ces plantes se trouve l'*Artemisia Herba alba* (Armoise blanche en français, Chih en arabe) et l'*Artemisia Campestris*, ces deux espèces sont employées traditionnellement par la population algérienne.

En Algérie, les steppes d'armoise (*Artemisia Herba-alba*) recouvrent 3 millions d'hectares et sont situées dans les étages aride et semi-aride frais, avec des précipitations variant de 100 à 300 mm (DJEBAÏLI et *al.*, 1989).

I.2.Présentation de l'armoise blachhe (*Artemisia Herba alba* Asso) :

L'*Artemisia herba-alba* (armoise Herbe blanche) a été décrite par l'historien grec Xénophon, dès le début du IV^e siècle av. J.-C., dans les steppes de la Mésopotamie (KHIREDDINE, 2013). Elle a été répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Jordán Claudio de Assoy del Rio. C'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail comme pâturage d'hiver.

Elle présente une odeur caractéristique d'huile de thymol et un goût amer d'où son caractère astringent. Plusieurs noms sont attribuées à l'*Artemisia herba alba* Asso; thym des steppes, absinthe du désert. En Afrique du Nord et au Moyen-Orient, on l'appelle, en communément, (CHIH) ou (CHIH KHERSANI) selon les régions. Au Maroc occidental elle porte aussi le nom de (EL-Guesoum) (QUEZEL et SANTA, 1962).

L'*Artemisia herba alba* Asso est bien connue depuis l'Antiquité. Elle est citée dans la Bible à plusieurs reprises avec le nom hébreu. Le nom anglais Wormwood (attribué à toutes les armoises) fait allusion à son pouvoir vermifuge bénéfique pour l'homme et le bétail. (MESSAI, 2011).

Historiquement, l'armoise a été une espèce productive dans la recherche de nouveaux composés biologiquement actifs. Les investigations phytochimiques ont montré que ce genre est riche en sesquiterpènes, monoterpènes, flavonoïdes et coumarines (SETZER et *al.*, 2004).

En outre, quelques espèces du genre sont fréquemment utilisées pour le traitement de certaines maladies telles que la malaria, l'hépatite, le cancer et les infections par des champignons, des bactéries, et des virus (KORDALI et *al.* 2005) .



Figure I.1 : l'armoise blanche

I.2.2. Origine et répartition géographique :

Le genre *Artemisia* est un membre d'une grande variété de plantes appartenant à la famille des Asteraceae (Compositae). plus de 300 différentes de ce genre se trouvent principalement dans les zones arides et semi arides d'Europe, d'Amérique, l'Afrique du nord ainsi qu'en Asie (PROKSCH et *al.*, 1992).

Qui abonde au Moyen-Orient, dans le sud Algérien et au Maroc, sur sable profonds (BOULLARD, 2001).

En commun avec plusieurs d'autres espèce de ce genre, l'*Artemisia Herba alba* Asso, plante caractéristiques du moyenne-orient d'Afrique du Nord, L'armoïse blanche se développe dans les zones bioclimatique qui vont de la partie supérieure semi-arides à la partie inférieure Subsaharienne. (GHARBI et SAND, 2008)

❖ Origine:

L'Artémisia est le nom de guerre des armoïses, il provient de celui de la déesse grecque de la chasse Artémis, la diane des romains, patronne des vierges à cause des bienfaits de cette herbe. *Herba alba* signifie herbe blanche (Euro plus Med).

Plusieurs noms sont attribués à l'armoïse blanche tels le thym des steppes, absinthe du désert. En Afrique du nord et en moyen orient, on l'appelle communément " Shih" ou "Chih".

❖ Répartition géographique:

L'artémisia *Herba alba* est une plante spontanée très répandue en Afrique du nord et au moyen orient, elle affectionne les climats secs et chauds, et existe sous forme de peuplements importants dans les zones désertiques (HURABIELLE et *al.*, 1981).

C'est une plante steppique des régions irano-touraniennes, prédominante dans les steppes d'Espagne ainsi que dans le désert de Sinaï (SEGAL et *al.* 1987). Au Maroc, l'artémisia *herba alba* se rencontre à l'état spontané, il n'est pas rare de trouver des zones de plusieurs dizaines de kilomètres de rayon où seule l'armoïse blanche règne dans un paysage quasi-désertique. Le Maroc attache beaucoup d'importance à cette plante qui constitue un excellent moyen naturel de lutte contre l'érosion et la désertification (BENDJILALI et *al.*, 1980).

En Algérie, l'artémisia *Herba alba*, connue sous le nom de « chih » ou encore appelé *semen-contra* de barbarie, couvre près de six millions d'hectares dans les steppes, elle se présente sous forme de buissons blancs, laineux et espacés (BOUTEKJENET, 1987).

I.2.3. Description botanique :

I.2.3.1. Partie aérienne:

- ❖ **Tige :** ou partie ligneuse, ramifiée de 30 à 50 centimètres de long (*figure 1*), très feuillée avec une couche épaisse. la touffe des tiges est plus importante selon la pluviométrie (OZENDA , 1985).

- ❖ **Feuilles** : elles sont courtes, alternées, très divisées, laineuses, blanches, pubescentes et pennatifides (figure2). Elles diminuent de taille au fur et à mesure que les rameaux s'allongent.

Cette diminution de taille des feuilles entraîne une réduction considérable de la surface transparente, et par conséquent, permet à la plante de résister à la sécheresse (POURRAT, 1974).

- ❖ **Fleurs** : elles sont groupées en grappes, à capitules très petites (3/1.5mm) et ovoïdes. L'involucre est à bractées imbriquées (figure3), le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites (POTTIER, 1981). La formule florale correspondante est : $5S+5P+5E+2C$.

Le calice est pentamère et est toujours réduit, la corolle est gamopétale et pentamère et peut se présenter sous trois formes différentes : tubuleuse, bilabée ou ligulée (GORIS, 1967).

I.2.3.2. Partie souterraine ou racine :

Elle se présente sous forme d'une racine principale, ligneuse et épaisse, bien distincte des racines secondaires et qui s'enfonce dans le sol tel un pivot. La racine pénètre profondément jusqu'à 40 à 50 centimètres et ne se ramifie qu'à cette profondeur (AIDOU, 1983).

I.2.4. Biologie:

L'Artemisia Herba-alba est une plante ligneuse basse et toujours verte. Ses caractéristiques morphologiques et physiologiques font d'elle une espèce bien adaptée aux conditions climatiques arides. Le dimorphisme saisonnier de son feuillage lui permet de réduire la surface transpirante et d'éviter ainsi les pertes d'eau (OURCIVAL, 1992).

Grâce à son système racinaire très dense à la surface, *l'Artemisia Herba-alba* est capable de valoriser toute humidité superficielle occasionnée par des petites pluies.

Cette espèce est également capable d'exploiter l'humidité du sol jusqu'à 50 cm de profondeur (FLORET et al., 1982), et peut profiter des fractures de la croûte, pour atteindre les poches d'humidité, notamment dans les sols à encroûtement calcaire (OURCIVAL, 1992).

Chez les plantes âgées d'*Artemisia Herba-alba*, la tige principale se divise en « branches » physiologiquement indépendantes les unes des autres et susceptibles de mourir sans entraîner la mort de la plante entière (EVENARI et al., 1980).

La floraison de cette espèce débute le plus souvent en juin mais les fleurs se développent essentiellement à la fin de l'été. Lors des années pluvieuses et dans les sols qui lui conviennent, *l'Artemisia herba-alba* présente une forte production de graines et un pouvoir de régénération élevé (NABLI, 1989).

I.2.5. Ecologie de la plante :

L'armoise blanche existe dans les bioclimats allant du semi-aride jusqu'au saharien. Elle semble indifférente aux altitudes et peut vivre dans les régions d'hiver chaud à frais. Dans le sud, cette plante pousse sur les sols bruns steppiques de texture moyenne et en extrême sud sur les sols sableux. Elle résiste à la sécheresse, supporte le gypse et des niveaux de salinité modérément élevés (NABLI, 1989).

Elle se développe dans les steppes argileuses où les précipitations sont de l'ordre de 200mm/an. Son développement est lié à la nature du sol. En effet, il faut qu'il soit peu perméable, tassé et colmaté (CELLES., 1980)

Accompagnée de l'alfa « *stippa tenassissima* », elle couvre souvent de très grandes superficies dans les hauts plateaux. Sa présence est plus fréquente en bordure des oueds et dans les dayas (dépression de la steppe à sol imperméable qui sont des secteurs plus ou moins humides) (POUGET , 1989).

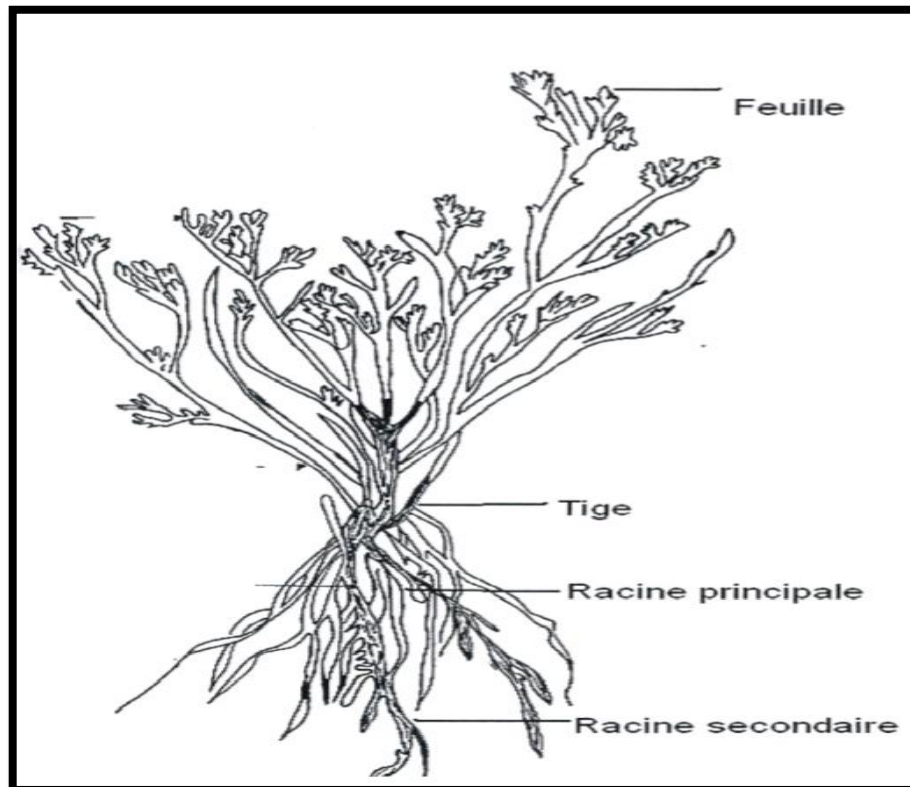


Figure I.2: Morphologie générale de plante d'Artémisia Herba alba asso

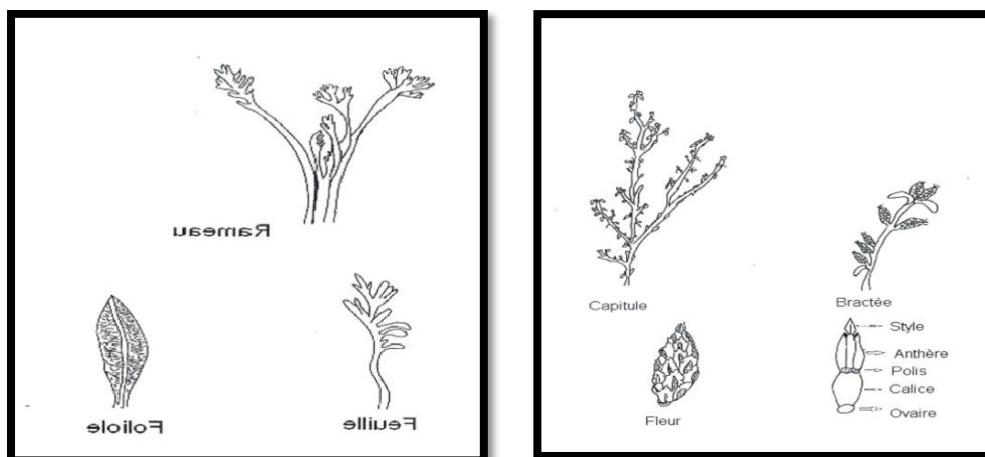


Figure I.3: Morphologie de la feuille et de la fleur de d'Artemisia Herba alba asso

(QUENZEL et SANTA 1963)

I.2.6. Systématique et classification :

La classification de *l'Artémisia herba alba* la plus utilisée dans la systématique du genre Artémisia est celle donnée par QUENZEL et SANTA(1963), et que nous pouvons résumer comme suit:

Embranchement : Phanérogames

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe: Dicotylédones gamopétales

Sous-classe : Gamopétale Epigynes Isotémones

Ordre :Astérales

Famille : Syntherées ou composées

Sous-famille : Tubiliflores

Tribu : Anthémidées

Genre : Artemisia

Espèce : *Artémisia herba alba asso*

D'autres noms vernaculaires lui sont attribués comme : Alala, Chih, Abelbel, Toumgalle, Zen, Ifsi, et Odessir (OZENDA , 1985).

I.2.7. Usage de la plante :

❖ Utilisation thérapeutique :

En générale, le genre Artemisia a été très utilisé dans la médecine traditionnelle ainsi que dans la médecine moderne pour traiter plusieurs maladies telles que les infections urinaires (BENCHEQROUN et *al.*, 2012), le diabète (BOULDJADJ, 2009), l'hypertension artériel (MOHAMED et *al.*, 2010), les trouble gastrique tels que la diarrhée et les douleurs abdominales, la cicatrisation des plaies externes (SEDDIK , 2010), la bronchite, l'abcès et comme vermifuge (GHARABI et *al.*, 2008).

❖ Activité antibactérienne :

Les plantes médicinales sont toujours une source de remèdes sous forme de préparation traditionnelles ou principes actifs purs (Farnworth et *al.*, 1986).

Le criblage biologique est une étape très importante dans l'étude de ces plantes ou dans l'isolement et la caractérisation de leurs principes actifs. Il s'agit d'appliquer certains tests biologiques tels que : l'activité antibactérienne, l'activité antioxydante, l'activité antifongique,...etc. L'activité antibactérienne des agents naturels, telles que les huiles végétales, ont été reconnue et utilisée depuis des siècles, notamment dans la conservation des aliments (TAJKARIMI et *al.*, 2010).

MIGHRI et *al.*, (2010), ont observés que tous les types d'huiles essentielles extraites de la partie aérienne d'*Artemisia herba alba*, ont une importante activité antimicrobienne vis-à-vis

les souches testées. Une autre étude réalisée sur quatre populations de cette espèce (*Artemisia herba-alba*), a montré que toutes les huiles ont également une activité antibactérienne dans un intervalle de concentration de 1-2 mg / ml (YASHPHE et *al.*, 1979).

❖ Usage alimentaire :

En alimentation, l'armoise blanche est considérée comme l'arôme de certaines boissons comme le thé ou le café (AL-WAILI, 1986).

Néanmoins, son usage dans l'industrie alimentaire reste très limité à cause de la toxicité de la bêta-thujone dont le taux ne doit pas dépasser 5mg/kg (BENDJILALI et *al.* 1984).

❖ Composition chimique :

L'analyse chimique des huiles essentielles d'*Artemisia Herba alba* Asso a fait l'objet de plusieurs travaux, permettant d'avancer l'existence de différents types chimiques de cette espèce selon les composés majoritaires identifiés lors de l'étude de la variabilité de cette huile essentielle.

AKROUT et *al.*, (2001), ont étudiés l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso de la région de Matmata Tunisie, la composition chimique de cette huile essentielle est constituée principalement de α thujone (43,85%) suivie par trans-acétate de sabinyle (17,46 %), et β thujone (10,10 %), accompagné de faible quantité de 1,8-cineole (3,30 %), chrysanthénone (2,32 %) et acétate de chrysanthényle (3,93 %).

En Jordanie HUDAIB et *al.*, (2006) ont mis en évidence les principaux composés: α thujone (16,20 %), β thujone (8,50 %), alcool santolina (13 %), cétone armoise (12,4 %), trans-Pinocarveole (3,9 %), acétate artemisyle (3,7 %), acétate de sabinyle (5,4 %), D-germacrene (2,6 %), α eudesmol (2,2 %) et acétate caryophyllène (5,7 %).

L'analyse chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso récoltée dans la région de Msila (Algérie) effectuée par DOB et *al.*, 2006 révèlent la présence d'un composé majoritaire: Camphre (19.4 %) suivie par trans- pinocarveole (16,9 %), chrysanthénone (15,8 %) et α thujone .

Des études faites par VERNIN et *al.*, (1982) ont trouvé que le camphre a été le composant majoritaire d'*Artemisia Herba alba* dans les pays suivantes: Algérie, Maroc et l'Espagne avec un pourcentage variable de 15 % à 68,2 %. D'autres études ont montré que le composant majoritaire est le α thujone (44%) (FLEISHER, et *al.*, 2002).

I.3. Présentation de la plante d'*Artemisia campestris* L . :



Figure I.5 : La plante *Artemisia Campestris*

L'armoise rouge, *Artemisia Campestris*, en arabe dgouft, est une plante spontanée connue dans notre pays, elle très utilisée par la population locale en médecine traditionnelle.

En Algérie, plus d'une dizaine d'armoises sont répertoriées. Certaines sont très rares dans les hautes montagnes. En revanche, d'autres sont très répandues et abondantes dans les régions steppiques et sahariennes. Sa détermination est très connue des populations, car elle est vivace et d'une odeur aromatique très caractéristique. Cette armoise champêtre est très connue dans le Nord, dans les Hauts-Plateaux et dans l'Atlas saharien.

Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* possèdent des propriétés thérapeutiques, elles sont non seulement utilisées dans la médecine traditionnelle, mais aussi dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique (MIRJALILI et *al.*, 2007).

I.3.1. Origine et distribution :

Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* sont des arbustes aromatiques, qui poussent de façon spontanée dans plusieurs régions de l'hémisphère nord de la terre, surtout dans les zones semi arides et le bassin méditerranéen, et s'étendent jusqu'à l'Himalaya (VERNIN et *al.*, 1995), dans l'hémisphère sud elles sont trouvées en Afrique du sud, l'Australie et l'Amérique du sud, d'après KYEONG (2007), *Artemisia Campestris* est originaire de l'Asie.

I.3.2. Description botanique :

Artemisia campestris est un arbuste aromatique à tiges robustes, d'une hauteur de 30 à 80cm. cette plante possède des capitules très petits, étroits (1 à 1,5 mm) ovoïdes ou coniques, à involucre scarieux, ne contient que 3 à 8 fleurs de couleur jaunâtre bordées de rouge, et à pédoncule muni de poils blanchâtres à brunâtre.

Les feuilles d'*Artemisia Campestris* sont glabres de couleur verte foncée, les inférieures dipinnatiséquées, les supérieures pinnatiséquées, les basales pétiolées et auriculées, les tiges sont ligneuses à la base striée (DAVID et *al.*, 1962).

I.3.3. Systématique de la plante :

Selon Caratini (1971), la plante *Artemisia campestris* est classée dans:

Règne: Plantae

Sous règne: Tracheobionta

Embranchement: Spermatophyta

Sous embranchement: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Sous classe: Asteridae

Ordre: Asterales

Famille: Asteraceae

Sous famille: Asteroideae

Tribu: Anthemideae

Sous Tribu: Artemisiinae

Genre: *Artemisia*

Espèce: *Artemisia campestris* L.

I.3.4. Composition chimique :

De nombreuses études chimiques ont révélé que la partie aérienne d'*Artemisia Campestris* est riche en métabolites secondaires tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins, les huiles essentielles (JOAO et *al.*, 2002).

La composition chimique de l'huile essentielle varie selon le chimiotype considéré (BRUNETON, 1999), elle varie également selon les conditions géographiques et climatiques (température, altitude, précipitation, hauteur, direction du vent, heures de soleil, etc.), et selon la phase de développement de la plante (JERKOVIC et *al.*, 2003).

Plusieurs études JUTEAU et *al.* (2002), ont rapportés la composition des huiles essentielles d'*Artemisia Campestris*, l'huile essentielle analysée par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, ils ont identifiés 51, les plus abondants sont : γ -terpinène, capillène, 1-phenyl-2,4-pentadiyne, spathulenol, méthyleugenol, p-cymène et β -pinène.

D'après AKROUT et *al* (2001), les constituants les plus abondants d'une espèce de Tunisie sont : β -pinène (24,2-27,9 %), p-cymène (17.4–22.3%) et α -pinène (4.1–11.0%), ces constituants représentent plus de 45 % de l'huile totale. Le contenu phénolique total, les flavonoïdes, les dérivés hydroxycinnamiques, les dérivés hydrox benzoïques de l'extrait éthanolique (80%) de la partie aérienne d'*Artemisiacampestris* ont été déterminés par des méthodes spectrophotométriques

Les flavonoïdes identifiés chez *Artemisia campestris* sont: flavone (apégénine), flavonol (kaempférol 7-méthyle), flavanone (naringénine), dihydroflavonols (taxifoline-7-méthyle)

Les feuilles d'*Artemisia campestris* contiennent aussi des alcaloïdes, des saponines. (NAILI et al., 2010).

I.3.5. L'utilisation d'*Artemisa Campestris* :

Artemisia campestris est une plante utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle Pour traiter plusieurs maladies:

En usage local *Artemisia Campestris* est utilisée pour traiter les troubles digestives, les ulcères et les douleurs menstruelles (DOB et al., 2005) Elle est également utilisée dans le traitement de diabète .

La partie aérienne est utilisée dans le traitement de brûlures, de la diarrhée, les morsures de serpents, les piqûres de scorpions, l'eczéma, la gastroentérite, la dysenterie, le rhumatisme, elle est utilisée également pour traiter les infections urinaires, la fièvre et la toux (BEN SASSI et al., 2007).

Selon SAOUDI et al. (2010), la consommation journalière d'une décoction préparée à partir des tiges et feuilles d'*Artemisia Campestris* permet de réduire les symptômes digestifs.

❖ Activités biologiques :

En plus de leurs utilisations traditionnelles, *Artemisia Campestris* possède de nombreuses propriétés biologiques, parmi lesquelles on cite les plus importantes :

❖ Activité antioxydante :

La partie aérienne d'*Artemisia Campestris* possède des activités antioxydantes significatives. En effet cette plante est riche en composés doués d'activité antioxydante tels que: les flavonoïdes, les polyphénols et les tanins, ces différents constituants exercent ses actions antioxydantes en inhibant la production de l'anion superoxyde, l'hydroxyle, comme ils inhibent la peroxydation lipidique au niveau des microsomes (BRUNETON, 1999).

Dans une étude faite par Aniya et al., (2000), l'activité antioxydante de l'extrait aqueux d'*Artemisacampestrisa* été testée par la méthode de DPPH (2,2-diphenyl-1-1-picrylhydrazyl), les résultats obtenus ont montré que l'extrait aqueux possède une activité antioxydante élevée.

De leurs coté Akrouit et al., (2011), ont étudié l'activité antioxydante de trois extraits de la partie aérienne d'*Artemisia campestris*(huile essentielle, extrait aqueux, extrait éthanolique 50%) en utilisant trois méthodes différentes: la méthode de DPPH, la technique de décoloration du β -carotène et la méthode d'ABTS (2,2 azinobis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid), ils ont trouvé que l'huile d'*Artemisia campestris* possède une faible activité antioxydante, alors que les extraits aqueux et organique montrent une activité antioxydante importante en comparaison à celle de l'huile essentielle.

❖ activité antibactérienne :

Artemisia Campestris est une plante médicinale utilisée dans le traitement de nombreuses infections telles que les infections urinaire.

NAILI et al. (2010), ont testé l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique des feuilles d'*Artemisiacampestris*, ils ont trouvé que l'activité de cet extrait a été plus efficace contre les bactéries gram positif (*Staphylococcus aureus*) que les bactéries gram négatif (*Escherichia coli*).

BEN SASSI et al. (2007). ont étudiés l'activité antibactérienne de quatre extraits organiques (méthanol, acétate éthyle, acétone, chloroforme) de 23 plantes médicinales dont

Artemisia campestris contre 14 bactéries gram positif et gram négatif. Les résultats ont montré que l'extrait d'acétone est le seul qui montre une action inhibitrice contre trois types de bactéries: *S. epidermidis*, et *S. saprophiticus*, *S. aureus*.

En outre *Artemisia Campestris* possède des propriétés antifongiques, Kyeong et ses collaborateurs (2007), ont étudiés l'effet antifongique de l'extrait aqueux des racines d'*Artemisia campestris* sur des champignons de mycorhize, les résultats obtenus montrent que l'extrait aqueux possède un potentiel antifongique. Les plantes du genre *Artemisia* contiennent un sesquiterpène lactone appelé: Artemisinine, ce composant constitue le métabolite secondaire le plus important chez toutes les espèces

❖ Effets insecticide :

Une étude récente a été réalisée par Pavela (2009), où l'extrait méthanolique de la partie aérienne d'*Artemisia Campestris* a été testé pour son activité répulsive contre les femelles adultes d'une espèce de moustique *Culex fasciatus*, cet extrait a montré un degré de répulsion très intéressant contre ces parasites vecteurs de plusieurs maladies comme la malaria.

❖ Propriétés allélopathiques :

Les plantes du genre *Artemisia* possèdent des propriétés allélopathiques par inhibition de la croissance et la germination de certaines plantes de l'entourage, Ces propriétés sont dues probablement à la présence d'acide phénolique, et d'autres composants polaires (KYEONG et al., 2007).

❖ Activité hypoglycémiant :

l'extrait aqueux des feuilles d'*Artemisia Campestris*, diminue le taux de glucose dans le plasma des rats chez lesquels le diabète est induit par l'alloxane monohydrate, ils ont trouvé également que la diminution de la concentration de glucose s'accompagne d'une part d'une diminution des taux de triglycérides et des lipoprotéines de faibles densité (LDL), et d'autre part d'une augmentation du niveau de l'insuline, ce qui peut prévenir les complications du diabète. SEFI et al. (2010)

❖ Effets antipoison :

Les extraits d'acétate d'éthyle, éthanol, méthanol et de diclorométhane, des feuilles d'*Artemisia Campestris* ont été testés pour ses capacités de neutralisation de venin de scorpion et de vipère, les résultats obtenus ont montré que l'extrait éthanolique, inhibe l'activité de dégradation des globules rouges contre le venin du scorpion *Androctonus australis garzonii*, des résultats similaires ont été obtenus pour l'extrait de dichlorométhane pour la neutralisation de venin de la vipère (MEMMI et al., 2007).

Chapitre II: Généralité sur la salinité et le stress salin.

II.1. Définition de la salinité:

La salinité est la quantité globale des sels solubles contenus dans l'eau d'irrigation ou dans la solution du sol. Cette définition tient compte du fait que, les ions des sels solubles retiennent l'eau et sont à l'origine de la pression osmotique qui s'élève lorsque leur concentration augmente (SLAMA, 2004).

De l'ensemble des sols cultivés du monde, 23 % sont affectés par des problèmes de salinité (KEREN, 2000). Les sols salins couvrent 397 millions d'hectares et les sols sodiques 434 millions d'hectares (FAO, 2005).

Selon MERMOUD (2006), la salinité est le processus d'accumulation des sels à la surface du sol et dans la zone racinaire qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol ; il s'en suit une diminution des rendements et, à terme, une stérilisation du sol.

D'après Bouchar (2010), la salinité correspond à la quantité de sels secs dissous dans l'eau. Elle est donnée en partie par milliers notée aussi ‰ ou psu(*practical salinity unit*). 1 PSU correspond à 1 gramme de sel sec par kilogramme d'eau.

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

Tout d'abord, la salinisation implique une accumulation de sel par des processus naturels du fait d'une forte teneur en sel du matériau parent ou des nappes souterraines. En second lieu, la salinisation est provoquée par des interventions humaines, telles que des pratiques d'irrigation inappropriées, par exemple avec de l'eau d'irrigation riche en sel et/ou par un drainage insuffisant.

II.2. Les principaux sels solubles :

Les principaux sels solubles qui participent dans la formation des sols salés sont :

- ❖ **Les carbonates** : les plus rencontrés sont le carbonate de sodium (Na_2CO_3), bicarbonate de sodium ($NaHCO_3$), carbonate de calcium ($CaCO_3$) et le carbonate de magnésium ($MgCO_3$).
- ❖ **Les sulfates** : ce sont les sels de l'acide sulfurique et les plus fréquents sont: le sulfate de magnésium ($MgSO_4$), sulfate de sodium (Na_2SO_4) et le sulfate de calcium ($CaSO_4$).
- ❖ **Les chlorures** : principalement : le chlorure de sodium ($NaCl$), le chlorure de calcium ($CaCl_2$) et chlorure de magnésium ($MgCl_2$) ce sont plus soluble et forte toxicité.

La présence de sels solubles en quantités importantes ou d'un horizon sodique à structure dégradée, caractères qui ont une influence néfaste sur le développement de la végétation ou des cultures (AUBERT, 1982).

II.3. Origine de la salinisation des sols :

Selon le processus de salinisation des sols on peut distinguer deux différents types de salinité :

II.3.1. La salinité primaire :

La présence des roches salifères primaires in situ, favorisé par l'altération qui affecte les minéraux sodiques, potassique et magnésique, ce qui donne souvent des sels solubles en particulier les carbonatés et les bicarbonatés (GAUCHER et BURDIN, 1974).

II.3.2. La salinité secondaire :

Suite à des actions anthropiques telles que l'irrigation qui peut provoquer ce type de salinité. ROBERT (1996), signale que la pratique de l'irrigation dans les régions arides et semi arides où l'eau est le facteur limitant, contribue à la salinité secondaire.

Servan et SERVAT (1966), notent que l'origine des sels est la décomposition des roches ignées

Et l'activité des volcans, les ions sont ensuite libérés par les processus tel que l'hydratation, l'hydrolyse, l'oxydation et des réductions et échanges.

Ces éléments sont :

- les Anions tel que : le Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}
- les Cations tel que : Cl^- , SO_4^{2-}
- Autres éléments chimiques: Si, B, Se.

II.4. Processus de salinisation :

Selon PHILIPPE (2001), trois processus responsables de la salinisation :

- ❖ **La salinisation** : Elle se produit lorsque la minéralisation de la solution du sol dépasse un certain seuil sous l'influence d'un mécanisme physique (évaporation, drainage interne insuffisant, altération de minéraux et accumulation).
- ❖ **la sodisation** : Ce processus se produit lorsque le complexe organo-minéral d'échange est progressivement saturé par l'ion Na^+ .
- ❖ **L'alcalisation** : C'est la libération de l'ion Na^+ dans la solution du sol, ce qui élève le PH et disperse les feuillets d'argile. Ce processus intervient lorsqu'un sol à complexe saturé en Na^+ se transforme physiquement suite aux réactions d'échange entre l'ion sodium et les protons au moment d'une humectation, (PHILIPPE et al., 2005).

II.5. Classification des sols salés :

Selon DUCHAUFFOUR (1983), deux sous classes de sols halomorphes :

- ❖ **Sols à complexe sodique ou sols alcalins (les solonetz)** : Caractérisés par une saturation marquée en Na^+ et une accumulation des sels en profondeur .La conductivité électrique (Ce) : ne dépasse pas 4 ds/m à 25°C, et le pH est supérieur à 8,5. ;
- ❖ **Sols salins (Solontchaks)** : Ces sols sont soumis à l'influence d'une nappe peu profonde riche en sels sodiques neutres (NaCl , Na_2SO_4), CE supérieure à 8ds/m, $\text{pH} \leq 8,5$, (DUCHAUFFOUR, 1983).

Tableau II.1 : Caractéristiques physico chimiques des grands types de sols salés.

Type de sol Critère	non salin	Salin calci magnésien	salin sodique	Sol salin/alcalin	Sol alcalin lessivé
CE (ds.m ⁻¹)	<4	>4	>4	indifférent	<4
Na/CEC (%)	<15	<15	<15	>15	>15
pH	Neutre	<8.5	<8.5	>8.5	>8.5
	-	Cl-, Na, Ca, Mg (salant blanc "hygroscopique")	NaCl, Na, Mg (salant blanc "typique")	alcalins (salant noir)	-

Source : SNOUSSI, 2001.

II.6. Répartition des sols salés dans le monde:

Les régions du monde les plus affectées par la salinisation sont la Tunisie, l'Egypte, l'Iran, le Pakistan et la Californie.

Les recherches de (MIHAI et DINCU, 1976 ; Servant ,1976), ont confirmés que les sols salés occupent des surfaces étendues à l'échelle du globe terrestre. Couvrant une superficie estimée à environ 9,55 millions de Km² dont 23% de la terre cultivée. Ces sols se rencontrent en milieu méditerranéen (Sud de la France, Portugal, Espagne), continental (Autriche BULGARIE, Roumanie.) et sur le littoral atlantique.

En Amérique du sud presque tous les pays sont confrontés à ce problème. Tous les pays d'Asie, à l'exception de la Turquie sont affectés par les sels. L'Afrique présente de vastes régions affectées par les sels notamment les zones arides à proximité des grands fleuves (CHEVERY, 1995). Le risque de voir de nouvelles terres perdues par salinisation s'est fortement accru depuis 200ans par suite du très fort développement de l'irrigation.

Tableau II.2 : Superficies affectées par la salinité dans le monde

Régions	Superficies (millions d'hectares)
Afrique	80.5
Europe	50.8
Amérique du nord	5.7
Amérique du sud	129.2
Asie du sud	87.6
Australie	357.3
Mexique et Amérique centre	2
Asie du sud-est	20
Asie du centre et du nord	211.7
Total	954.8

Source : IN (SNOUSSI 2001)

II.7. Répartition des sols salés en Algérie :

La salinisation des sols est non seulement liée aux conditions climatiques (fort ensoleillement et faible pluviométrie), mais également au recours souvent mal contrôlé de l'irrigation, ce qui entraîne une accumulation des sels dissous en surface (BENNACEUR et *a.l*, 2001).

En Algérie, plus de 20% des sols irrigués sont concernés par des problèmes de salinité (DOUAOUI et HARTANI, 2008). Les sols salins se rencontrent dans les basses plaines et vallées d'Oranie, vallée de la Mina, près de Relizane par exemple, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains chotts comme le Chott Melghir. Ils ont aussi une grande extension dans les régions Sahariennes au Sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla au-delà (AUBERT, 1982).

II.8. Effet de salinité sur le sol :

Une grande quantité de sels solubles peut affecter les propriétés pédologiques, notamment la dispersion des colloïdes, la stabilité structurale et la chute de la perméabilité hydraulique (AUBERT., 1983).

Les ions responsables de la salinité du sol altèrent les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols et entraînent une dégradation de la structure et de la texture qui devient défavorables à la vie végétale.

II.8.1. Action de la salinité sur les propriétés physiques des sols

- ❖ **Action sur la stabilité structurale** : Selon MICHEL (2005), des mécanismes physiques tels que fracturation, l'éclatement et la dispersion réorganisent l'assemblage des constituants conduisant au remaniement du sol, En effet, la saturation de la fraction argileuse en sodium provoque la dispersion des fines particules et la modification de la structure du sol (GASSEMI, 1995).
- ❖ **Effet sur la perméabilité du sol** : La perméabilité dépend de la texture et devient difficile, elle est lente et se fait par diffusion (AUBERT, 1980). A l'état humide, et par manque de cohésion des particules fines, l'argile occupe les vides de la matrice (sol) et réduit la perméabilité. (PHELIPPE.2001).
- ❖ **Effet sur le complexe adsorbant** : La salinité agit sur le complexe adsorbant par les cations échangeable (Na^+ et Mg^{++}) ce qui provoque le lessivage des bases, la destruction des ponts calciques et comme conséquence une forte vitesse d'infiltration des eaux. Le complexe adsorbant devient saturée en Na^+ et qui provoque la dispersion d'argiles (fraction fine) diminuant ainsi la porosité (aération) et emmagasinement de l'eau.
- ❖ **Action sur la rétention en eau** : La capacité de rétention en eau diminue en fonction de la nature des cations dans l'ordre suivant : $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{++} > \text{K}^+$. (DJAMEL, 1993).

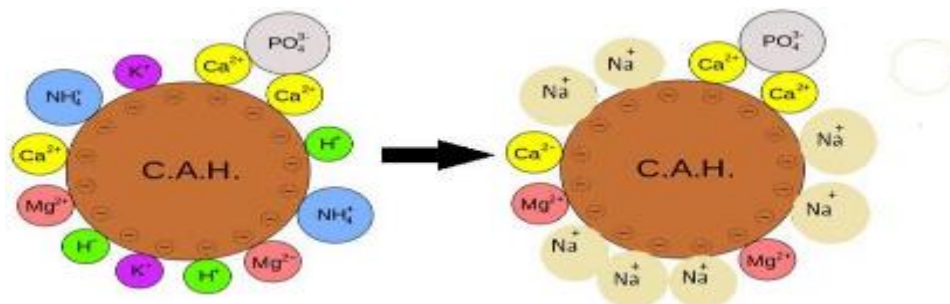


Figure II.1 : Effet de sodium sur le complexe adsorbant

II.8.2. Action de la salinité sur les propriétés chimiques :

La disponibilité de l'eau diminue dans le sol, si la concentration de la solution de sol est importante, et élévation de pH observé dans ces sols provoque des carences de certains éléments (CHAMAYOU et LEGROS, 1989).

II.8.3. Action de la salinité sur les propriétés biologiques de sol :

Les sels forment une couche imperméable en surface empêchant toute activité biologique. Ainsi selon AUBERT (1988), la pression osmotique de la solution des sols salés s'élève d'où l'alimentation en eau difficile des plantes et micro-organismes.

II.9. Le stress et le stress salin:

II.9.1. Définition du stress

Le stress est une contrainte qui peut se résumer à une ou plusieurs forces de déformation appliquée(s) à un corps. À la différence d'un stress physique, un stress biologique n'est pas une force à proprement parler et est associé dans le langage commun à une agression possiblement irréversible. Selon LEVITT (1980), c'est un facteur de l'environnement induisant une contrainte potentiellement néfaste sur un organisme vivant.

La notion du stress biologique est le changement plus ou moins brusque par rapport aux conditions normales de la plante ou de l'animal, et la réaction sensible de l'individu dans les différents aspects de sa physiologie laquelle change sensiblement avec l'adaptation à la nouvelle situation à la limite de dégradation menant à une issue fatale (LECLERC, 1999)

II.9.2. Types de stress :

On peut distinguer deux types du stress dans la nature :

II.9.2.1. Le stress abiotique:

Il est dû principalement à des facteurs environnementaux comme la sécheresse, les températures extrêmes, excès d'eau (asphyxie racinaire), la salinité...

On peut citer quelques types des stress abiotiques qui peuvent affecter les végétaux :

- ❖ **Le stress hydrique:** provoqué par un déficit en eau constituant une menace permanente pour la survie des plantes, néanmoins, beaucoup d'entre elles produisent des modifications morphologiques et physiologiques qui leur permettent de survivre dans les régions de faible pluviosité et dont la teneur en eau des sols est peu élevée (HOPKINS, 2003).
- ❖ **Le stress thermique:** provoqué par la température, c'est l'un des facteurs les plus limitant et qui conditionne la production et la croissance des plantes.
- ❖ **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^- (HOPKINS, 2003).

II.9.2.2. Le stress biotique:

Dû à une agression par un autre organisme : insectes, animal,...Etc.

II.9.3. Le stress salin :

II.9.3.1. Définition :

Le stress salin est un excès d'ions en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- (HOPKINS, 2003). Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels, il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec" (TREMBLIN, 2000).

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 (LEVIGNERON et *al.*, 1995). Le stress salin est défini comme une concentration excessive en sel. Le terme stress salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na^+ et Cl^- .

II.9.3.2. Les composantes du stress salin :

❖ Composante osmotique:

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

D'après CHINNUSAMY et *al.* (2004), La concentration en sels dépend de la teneur en eau du sol et augmente avec le dessèchement ; c'est pourquoi l'excès de sels qui affecte les plantes est atteint beaucoup plus rapidement dans un sol sableux que dans un sol argileux qui piège les ions Na^+ via les charges négatives de l'argile

❖ Composante ionique:

Des concentrations excessives d'ions chlorures et sodium dans la solution du sol peuvent

Causer une toxicité dans la plante. Ces ions peuvent être absorbés soit par les racines soit par contact direct avec les feuilles. L'accumulation des ions toxiques Na^+ et Cl^- au niveau du mésophylle des feuilles, affecte la croissance et le métabolisme de la plante (CHINNUSAMY et ZHU, 2004). Le sel endommage les structures lipidiques et protéiques des membranes plasmiques (PICAL et *al.*, 1999).

La présence de ces ions perturbe l'activité enzymatique cellulaire (HASEGAWA et *al.*, 2000), principalement dans les tissus photosynthétiques (BOUNAQBA, 1998).

La toxicité ionique peut être le résultat du remplacement de K^+ par Na^+ au niveau des sites actifs de protéines induisant aussi un changement des structures protéiques et enzymatiques (CHINNUSAMY et *al.*, 2005).

❖ composante nutritionnel :

En plus d'imposer des stress osmotiques et ioniques, la forte salinité provoque aussi un déséquilibre nutritionnel. Par exemples, utilisation efficace d'éléments nutritifs nécessaires en particulier le (K^+) et le (Ca^{2+}) qui peuvent être affaiblis dans les sols salins, en causant des

déséquilibres tel que la réduction du rapport $(K^+)/ (Na^+)$ et la déficience des plantules en (Ca^{2+}) , donc affecter plus loin leur croissance et leur productivité (GREENWAY *et al.*, 2000).

Les symptômes de toxicités typiques aux ions sodium Na^{2+} sont des brûlures de feuilles, Le dessèchement et la mort des tissus sur les bords externes des feuilles, contrairement aux symptômes causés par des ions Cl^- qui apparaissent normalement à l'extrême pointe des feuilles.

II.9.4. Effet du stress salin sur les végétaux :

II.9.4.1. Effet sur la germination :

La germination est régulée par des caractéristiques génotypiques mais aussi par les conditions environnementales et en particulier par la disponibilité de l'eau dans le sol et la présence de sel (NDOUR et DANTHU, 2000). Ainsi, la germination des graines est le stade le plus sensible aux stress salin et hydrique (BOULGHALAGH *et al.*, 2006).

On peut considérer que la plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (MAILLARD, 2001). Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence du sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (DEBEZ *et al.*, 2001).

Plusieurs auteurs ont montré un retard de la germination causé par la salinité chez plusieurs espèces (BENATA *et al.*, 2006), même chez des plantes halophytes (DEBEZ *et al.* 2001)

Des travaux effectués sur des halophytes ont montré que l'effet inhibiteur du $NaCl$ sur la germination serait essentiellement de nature osmotique, le sel empêchant l'imbibition de la graine (DEBEZ *et al.*, 2001).

La germination des plantes, qu'elles soient halophytes ou glycophytes, est affectée par la salinité. Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique :

- ❖ Les effets osmotiques se traduisent par l'incapacité des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation, nécessaire au déclenchement du processus de germination ;
- ❖ . Les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire de sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination (REJILI *et al.*, 2006).

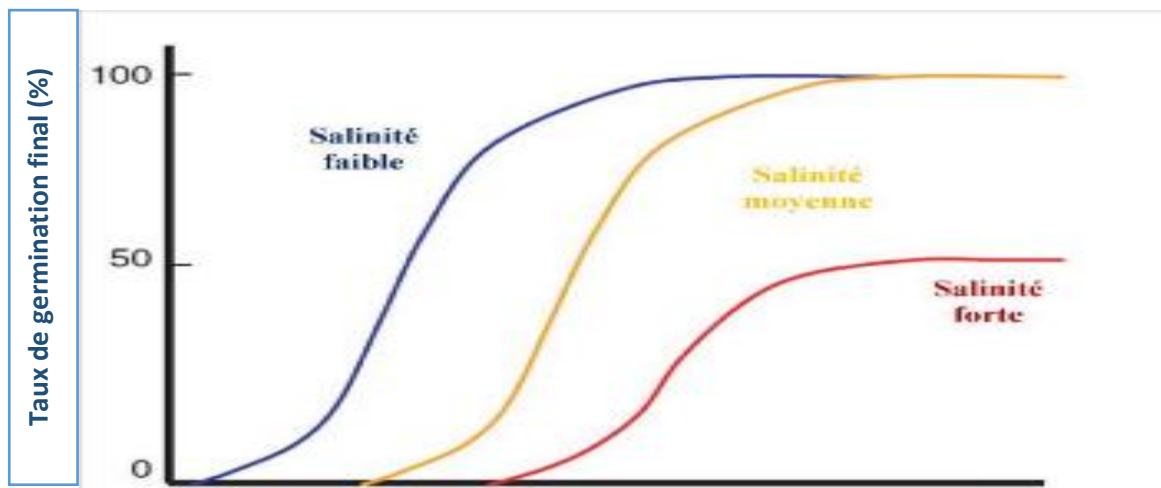


Figure II.2 : Diminution du pourcentage de germination avec l'augmentation de la salinité (LAUCHLI et GRATAN, 2007)

II.9.4.2. Effet du sel sur la morphologie des plantes :

Le stress salin entraîne des modifications morphologiques mais c'est le poids de la matière sèche et la longueur des tiges qui représentent le mieux la tolérance ou la sensibilité des plantes aux sels (BURN *et al.*, 1980).

La comparaison des plantes vivantes dans un milieu non salé et celles des milieux salés, montre que les fortes concentrations de sels solubles dans l'environnement racinaire provoquent la formation de plantes naines ainsi qu'une germination lente chez certaines espèces (ELMEKKAoui, 1987).

II.9.4.3. Effet de la salinité sur la croissance et le développement :

Les effets de la salinité sur la croissance des plantes varient en fonction du type de salinité, de la concentration du sel, de l'espèce, de la variété, de l'organe de la plante, ainsi que de son stade végétatif (LEVIGNERON *et al.*, 1995).

Les effets de la salinité se manifestent principalement par une diminution de la croissance de l'appareil végétatif, caractérisé par la faible ramification, le faible diamètre des organes, le nombre réduit des nœuds et les réductions du nombre de feuilles et de la longueur de la tige et par conséquent l'augmentation du rapport racine/tige (MELONI *et al.* 2001).

L'analyse de la réponse d'une plante au stress salin, montre que la réduction de la croissance se déroule en :

- ❖ une réponse rapide face à l'augmentation de la pression osmotique à l'extérieur.
- ❖ une réponse plus lente en raison de l'accumulation de Na^+ dans les feuilles.

Dans la première phase osmotique, (qui commence immédiatement après l'augmentation de la concentration du sel à un niveau seuil de la solution du sol). Le taux de la croissance diminue d'une façon significative (MUNNS, 1993).

Le niveau seuil est d'environ 40 mM de NaCl pour la plupart des plantes, ou moins pour les plantes sensibles comme le riz et *Arabidopsis*. Cela est en grande partie sous l'effet osmotique du sel autour des racines qui rend l'eau partiellement inaccessible à la plante.

La seconde phase commence lorsque le sel s'accumule à des concentrations élevée et devient toxique (100 mM) (WYN et GORHAM, 2002), les vieilles feuilles qui ne sont plus en expansion, et n'ont pas le pouvoir de diluer le sel accumulé, meurent.

Pour les plantes sensible la vitesse à laquelle les feuilles meurent est plus grande que la vitesse à laquelle les nouvelles feuilles sont produites, la capacité photosynthétique de la plante diminue et la plante meurt. Tandis que pour les plantes tolérantes les jeunes feuilles se forment rapidement et fournissent les glucides nécessaires pour maintenir les différentes activités vitales de la plante (MUNNS et TESTER, 2008).

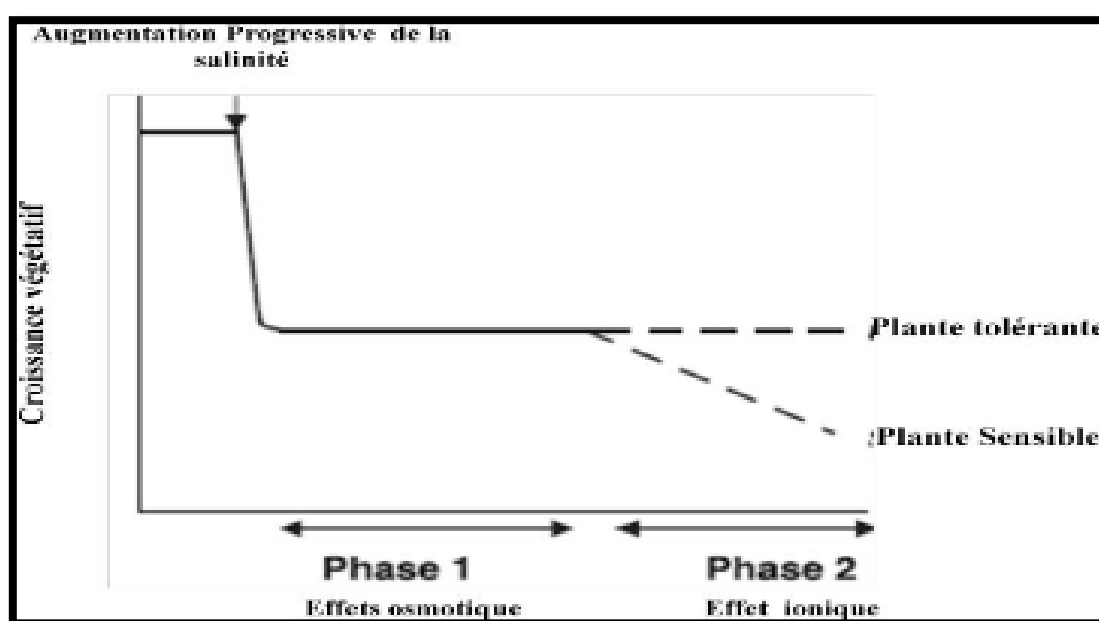


Figure II. 3: Schématisation des deux phases de développement des plantes tolérantes et sensible sous stress salin (MUNNS, 2002).

II.9.4.4. Effet Sur les échanges gazeux et la photosynthèse :

D'après ALEM et *al.* (2002), la salinité affecte l'activité physiologique de la feuille, et plus particulièrement la photosynthèse, qui présente la cause principale de la réduction de la productivité végétale .

Selon MUNNS (2008), la réduction de la photosynthèse est liée à la diminution du potentiel hydrique foliaire, qui est à l'origine de la fermeture des stomates (PRICE ET HENDRY, 1991 ; ALLEN, 1995), qui cause la réduction de la conductance stomatique la diffusion du CO₂ à l'intérieur des stomates devient alors limitée et sa fixation au niveau des chloroplastes diminue par conséquent la régénération du RuBP (RibuloseBiphosphate) devient limitée (ORCUTT et NILSEN, 2000).

II.9.4.5. Effet sur l'absorption d'eau et la transpiration :

La diminution de la transpiration est due à l'augmentation de la résistance stomatique en présence de fortes concentrations de sels qui provoquent la dépendance de l'ABA (acide abscissique), cela implique l'accumulation des solutés organiques tel que la proline, les acides organiques, la glycine...etc ; ou l'accumulation des ions minéraux (MORGAN, 1984).

Chez les plantes tolérantes à l'inverse des plantes sensibles, le Na^+ est bien stocké dans la vacuole (CHEESMAN, 1988). Les plantes adaptées osmotiquement préservent leur turgescence et continuent leur croissance et à puiser l'eau en diminuant leur transpiration dans un sol salé (GALE, 1975 in HAMZA 1979).

II.9.4.6. Effet de la salinité sur la nutrition minérale :

L'absorption des hautes concentrations de NaCl engendre une compétition avec l'absorption d'autres ions, spécialement le K^+ , ce qui conduit à une déficience en K^+ .

Le traitement accru de NaCl induit une augmentation dans le taux du Na^+ et Cl^- et une diminution dans le taux du Ca^{2+} , K^+ et le Mg^{2+} chez de nombreuses plantes (KHAN, 2001 in HAOUALA et al., 2007).

La salinité fait augmenter le contenu de Na^+ , Ca^{2+} et Cl^- chez *Vicia faba* et le rapport K^+/Na^+ diminue (HAOUALA et al., 2007)

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. L'accumulation des ions Na^+ .

L'accumulation des ions Na^+ affecte l'absorption de K^+ et ceci en fonction de la concentration du premier élément, cependant, la présence de Na^+ en faible concentration peut augmenter l'absorption de K^+ , tandis qu'une concentration élevée en Na^+ diminue l'absorption de K^+ chez le riz (HAOUALA et al., 2007) et la canne à sucre.

Cette absorption peut même s'arrêter complètement chez le haricot (HAMZA, 1977 in HAOUALA et al. 2007) et le laurier rose (HAJJI, 1980 in HAOUALA et al. 2007) cultivés en présence de chlorure de sodium (NaCl) à 12 g/l.

II.9.5. Les Mécanismes d'adaptations des plantes à la salinité :

II.9.5.1. Adaptation morphologiques :

Selon HAMZA (1982), les plantes manifestent des adaptations diverses en présence d'un excès de sel, un allongement faible des organes, un raccourcissement des entrenœuds et une réduction de la surface foliaire.

Les différentes parties de la plante ne réagissent pas de la même façon en milieu salin. Les racines commencent à diminuer (LEVIGNERON et al., 1995), chez le coton la floraison marque une avance de 4 à 10 jours (BOUZIDI et al., 1980).

II.9.5.2. Adaptation physiologiques et biochimiques :

❖ Ajustement osmotiques :

L'ajustement osmotique consiste à l'une des stratégies les plus importantes d'adaptation au stress salin et hydrique (YEO, 1983). Il se retrouve chez la grande majorité des organismes vivants pour le maintien de l'alimentation hydrique et la pression de turgescence (NIU *et al.*, 1995).

Ce processus se fait en modifiant les concentrations des solutés compatibles dans les tissus de façon à maintenir une concentration ionique plus élevée (hypertonique) dans le protoplasme que dans le milieu extérieur (HASEGAWA *et al.*, 2000).

Ces solutés compatibles ont une fonction osmoprotectrice et/ou osmorégulatrice, on retrouve parmi eux des éléments minéraux (tel que le K⁺), des dérivés quaternaires d'acides aminées (tel que, glutamate, proline, glycine bêtaïne, β -alanine bêtaïne et proline bêtaïne), des composés de sulfonium (tel que, choline O-sulfate, propionate de diméthyle sulfonium), des sucres alcool ou polyols (tel que, glycérol et inositol), des sucres simples (tel que, tréhalose, fructose, glucose et saccharose) et des sucres complexes (tel que, trehalose, raffinose et fructans) (LEVITT *et al.*, 1980).

❖ L'accumulation de proline :

De nombreuses études, sur les halophytes ont mis en évidence une accumulation d'acides aminés libres notamment la proline (HUBAC *et al.*, 1969). Cette accumulation a été observée chez la pomme de terre, le tabac et le blé

La proline joue un rôle dans la résistance au stress salin. dont l'accumulation cytoplasmique permet de neutraliser les effets ionique et osmotique de l'accumulation de sel dans la vacuole, Les teneurs en proline s'accroissent rapidement chez de nombreuses mono- ou dicotylédones soumises à un stress salin (YOSHIBA *et al.*, 1999).

Cette augmentation de la concentration de proline cytoplasmique est consécutive à la stimulation de sa synthèse, résultant d'une élévation des quantités des messagers codant pour l'enzyme qui convertit le glutamate semi-aldéhyde en proline. Il existe deux voies de biosynthèse de la proline chez les plantes, celle de l'ornithine et celle du glutamate. Cette dernière semble être prédominante sous conditions de stress (SILVA *et al.*, 2008).

Il semble que la stimulation de la synthèse de proline soit parallèle à une activation globale d'une voie métabolique partant du glutamate semi-aldéhyde et conduisant à la proline, mais aussi aux polyamines, via l'ornithine et l'arginine (BARTELS, 2005 ; SUNKAR, 2005).

❖ L'augmentation de la teneur des sucres solubles :

Le taux des sucres augmente considérablement chez les plantes soumises aux différents types de stress, cela a été vérifié par CHUNGYANG (2001), chez des arbres adultes d'eucalyptus sous stress salin et par NOIRAUD *et al.* (2000), chez le céleri sous stress salin.

Les espèces résistantes au stress salin, ont un taux élevé de sucres solubles résultant d'un blocage de la glycolyse. Les principaux sucres accumulés sont le glucose, fructose et le saccharose (HARE *et al.*, 1998). Ils jouent un rôle dans le maintien de la pression de turgescence qui est la base de différents processus contrôlant l'activité d'une plante.

❖ Exclusion des ions :

Selon SENTENAC et BERTHOMIEU (2003), la plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles. Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne de cellules de la racine. Cependant, cette barrière peut être interrompue, en particulier lors de l'émergence des ramifications de la racine. D'autres mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les feuilles mais les gènes qui les gouvernent sont encore largement inconnus.

Il est aussi indiqué que la capacité d'exclusion de (Na⁺) et / ou (Cl⁻) des tiges est bien corrélée au degré de tolérance au sel. Le maintien d'une faible concentration de (Na⁺) dans les feuilles peut être dû à un mécanisme d'exclusion qui provoque une accumulation de (Na⁺) dans les racines, évitant une translocation excessive aux tiges; mais, il peut être aussi lié à une mobilité élevée de cet élément dans le phloème. Cependant, certaines mesures physiologiques concordent pour suggérer l'existence d'une expulsion active du sodium cytoplasmique vers l'apoplasme ou vers la vacuole, protégeant ainsi les équipements enzymatiques du cytoplasme dans les organes aériens (GREENWAY et MUNNS, 1980).

❖ Inclusion des ions :

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).

❖ Compartimentation vacuolaires de sodium :

La séquestration vacuolaire des ions Na⁺ réduit non seulement leurs concentrations dans le cytoplasme, mais contribue également à l'ajustement osmotique qui maintient l'absorption de l'eau de solution saline. D'autres organites, tels que les plastes et les mitochondries, peuvent également accumuler des ions Na⁺ et contribuer ainsi à la compartimentation intracellulaire de ces ions toxiques.

Chez l'*Arabidopsis*, les antiports AtNHX1 et AtNHX2 de la famille de Na⁺/H⁺ antiports jouent un rôle déterminant au niveau de la compartimentation du Na⁺ (Blumwald, 2000). Les antiports AtNHX1 et AtNHX2 sont localisées dans la membrane tonoplaste, et leurs niveaux de transcription sont régulés par l'ABA au cours d'un stress osmotique (YOKOI *et al.*, 2002) montrent que les niveaux de transcription des antiports vacuolaire H⁺-ATPase également augmentent lors d'un stress salin.

❖ les Antioxydants :

Une conséquence des stress environnementaux, comprenant le stress salin, est l'apparition du stress oxydatif (HERNANDEZ *et al.*, 2001), c'est-à-dire l'accumulation d'espèces réactives d'oxygène (ROS) à des concentrations élevées (AZEVEDO *et al.*, 2006), qui endommagent les structures cellulaires (SMIRNOFF, 1993 ; PARENT *et al.*, 2008). Ces derniers sont à l'origine du dysfonctionnement de l'appareil photosynthétique et les autres troubles métaboliques (RAHNAMA et EBRAHIMZADEH, 2005). La plupart d'entre eux sont des peroxydes d'hydrogène, des radicaux hydroxyles et des anions superoxyde (AZEVEDO *et al.*, 2006).

La tolérance des plantes à la contrainte saline est fortement corrélée à leur capacité de synthèse des antioxydants nécessaire pour faire face au ROS et de maintien leur concentration à faible niveau dans les cellules lors du stress (REDDY et *al.*, 2004).

Par ailleurs, DEMIRAL et TURKAN (2004), ont montré que les plantes ont développé des systèmes de défense antioxydants enzymatique et non enzymatique contre les radicaux libres en limitant leur génération

.

II.9.6. Le comportement des plantes vis-à-vis de la salinité :

Dans le cas d'un stress salin, une double problématique se pose à l'organisme végétal: d'un côté la présence du sel, en abaissant le potentiel hydrique du sol, menace l'approvisionnement en eau de la plante, et d'autre part, l'absorption du sel dans les tissus menace le bon fonctionnement physiologique des cellules. Suivant la production de biomasse des végétaux en présence de sel, quatre grandes tendances ont été discernées:

- ❖ **les halophytes vraies** : dont la production de biomasse est stimulée par la présence de sels. Ces plantes présentent des adaptations poussées et sont naturellement favorisées par ces conditions: *Salicornia europaea*, *Suaeda maritima* ;
- ❖ **Les halophytes facultatives** : montrant une légère augmentation de la biomasse à des teneurs faibles en sels: *Plantago maritima*, *Aster tripolium*
- ❖ **Les non-halophytes résistantes** : supportant de faible concentration de sel: *Hordeum sp*
- ❖ **Les glycophytes** : sensibles à la présence de sel: *Phaseolus vulgaris*, *glycine max*

Les halophytes et les glycophytes, peuvent développer plusieurs mécanismes pour assurer leur cycle de croissance et de développement. Certaines espèces utilisent un mécanisme d'exclusion des sels en excès (ALEM et *al.*, 2005) ou les compartimentent dans la vacuole (NIU et *al.*, 2005 in KACI et *al.* 2012). On peut distinguer deux comportements des plantes vis-à-vis du sel : les inclure et les exclure :

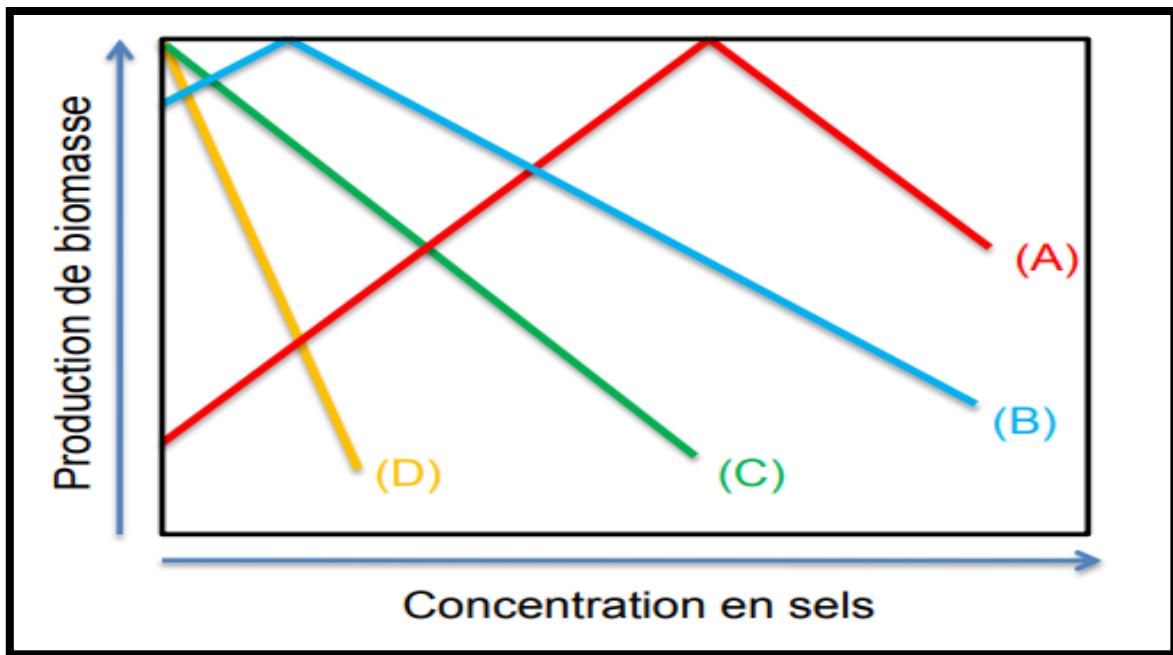


Figure II.3: production de biomasse de différents groupes de plantes suivant la salinité
 A : Halophytes vraies ;B :Halophytes facultatives ;C :Non halophytes résistantes ;D :
 Glycophytes

Chapitre III : Matériels et Méthodes

L'étude de la diversité inter et intra spécifique est l'une des voies qui permettra d'identifier des génotypes performants pour une sélection pertinente de tolérance à la salinité, l'optique de notre travail est de chercher à l'échelle interspécifique et intraspécifique les meilleures réponses à la salinité au niveau :

- interspécifique entre deux espèces du genre *Artemisia* à savoir l'armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso) et l'armoise rouge (*Artemisia campestris*), en In vitro
- intraspécifique entre deux populations de provenance différentes d'armoise blanche, en chambre culture

Ces meilleures réponses sont identifier puis analyser à travers des études physiologiques et biochimiques ainsi que morphologiques, toutes on travaillant sous de conditions contrôlées en chambre de culture.

III.1. Premier Etude : Etude interspécifique de comportement à la salinité entre deux espèce du genre *Artemisia* (*Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris*)

III.1.1. comportement germinatif sous stress salin :

Le matériel végétal

❖ Provenance :

Les graines ont été récoltées au mois de Février 2017 dans la région de Ben srer pour l'armoise blanche, et dans la région d'Ain Oussara pour l'armoise rouge .Le matériel végétal récoltés à subi une décortication par frottement entre les mains afin de libérer les graines de leurs pièces florales.

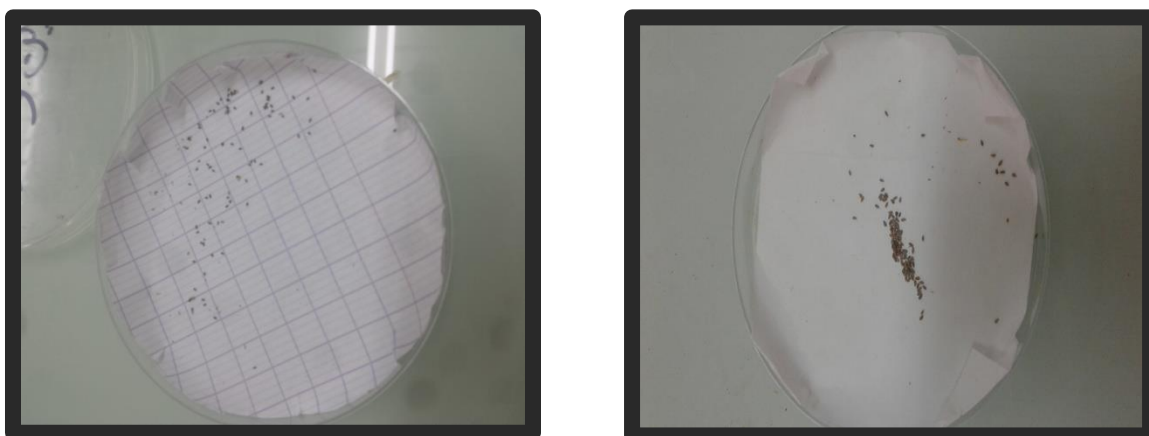


Figure III. 1 : Les graines d'*Artemisia herba alba* et d'*Artemisia campestris* après extraction

❖ Désinfection de matériel végétal :

Afin d'éviter toute contamination durant l'essai de germination une désinfection des semences a été réalisée comme suite :

- trempage dans l'hypochlorite de sodium pendant 10 minutes puis ;
- trempage dans l'alcool à 70% pendant 15 minutes ;
- rinçage à plusieurs reprises avec de l'eau distillée.

❖ La mise à germination :

La mise à germination a été faite dans des boîtes de pétri stériles à usage unique à raison de 25 graines par boîte, les boîtes ont été recouvertes du coton imbibés d'eau ou de solution saline et recouvertes d'un papier filtre.

❖ les traitements utilisés :

Dans le but de déceler le comportement germinatif de chaque espèce sous la contrainte saline, cinq concentrations en NaCl ont été appliquées :

- T0= solution témoin à eau distillée
- T1= solution saline à 1g/l de NaCl
- T2= solution saline à 2g/l de NaCl
- T3= solution saline à 3g/l de NaCl
- T4= solution saline à 4g/l de NaCl
- T5= solution saline à 5g/l de NaCl

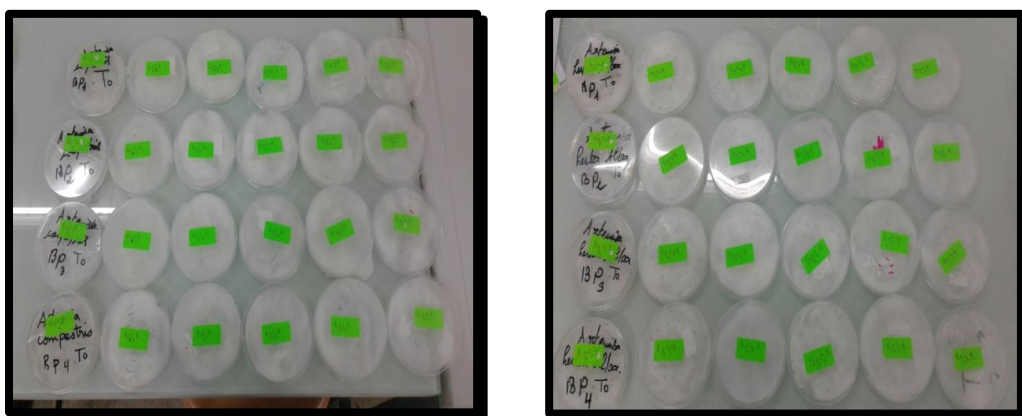


Figure III.2 : La mise en germination d'*Artemisia herba alba* et d'*Artemisia campestris* sous stress salin.

III.1.2. Comportement en croissance sous stress salin :

Un essai In vitro à été réalisé dans le but est de :

- déterminer les modifications morphologiques induites par le NaCl chez les deux espèces analysées ;
- d'établir une caractérisation comparative de réponses à la salinité entre les deux espèces.

❖ Préparation de milieu de culture:

Le milieu de culture utilisé est celui de Murashig et Skoog dont la composition est représentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.1 : Macro et Micro-élément de milieux Murashig et Skoog

Sel minéral	Concentration en mg/l
Macroélément de Murashig et Skoog	
NH ₄ NO ₃	1650
KNO ₃	1900
CaCl ₂ 2H ₂ O	440
MgSO ₄ 7H ₂ O	370
KH ₂ PO ₄	170
Micro-élément de Murashig et Skoog	
H ₃ BO ₄	6.2
MnSO ₄ H ₂ O	16.9
ZnSO ₄ 7H ₂ O	8.6
KI	0.83
Na ₂ MO ₄ 2H ₂ O	0.25
CuSO ₄ 5H ₂ O	0.025
CaCl ₂ 6H ₂ O	0.025

Tableau III .2 : Composition de la solution du Fer-EDTA

Sels minéraux	Concentration en mg/l	
Na ₂ EDTA	3730	
FeSO ₄ 7H ₂ O	2780	

Pour la préparation du milieu de culture les étapes suivantes ont été suivies :

- 1- Préparation des solutions mères Macro , Micro éléments et Fer EDTA
- 2- Prélèvement des quantités appropriées pour chaque solution mère afin d'obtenir les concentrations adéquates du milieu Murashig et Skoog
- 3- Mettre sous agitation le milieu MS, puis l'ajout de 20 g de saccharose ;
- 4- Ajustement du pH entre 5.4 et 5.8 avec de la soude NaOH 0.1N
- 5- Ajout des concentrations salines en NaCl pour chaque traitement salin
- 6- chauffer le milieu MS et ajout au fur et à mesure de l'Agar à raison de 8 g/l
- 7- Répartir le milieu de culture dans des tubes en pyrex
- 8- coiffées les tubes avec des bouchons transparents
- 9- autoclavage du milieu de culture à 115°C pendant 20 minutes

❖ la mise en culture des graines sous la hotte à flux laminaire

Après la désinfection des graines par trempage dans l'hypochlorite de sodium ou de calcium, puis dans l'alcool à 70 % suivie d'un rinçage à l'eau distillée, les graines ont été repiquées dans les tubes contenant le milieu de culture et la dose en NaCl qui correspond à chaque traitement (voir tableau 3).

Les tubes ont été placés dans la chambre de culture pour une photopériode de 16 heures de luminosité et 8 heures d'obscurité à une température de 25°C.

Tableau III.3 : les différentes concentrations salines ajoutées au milieu de culture MS

	Témoïn T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
NaCl (g/l)	0(g/l)	1(g/l)	2(g/l)	3(g/l)	4(g/l)	5(g/l)
NaCl (mM)	0 (mM)	17.09 (mM)	34.19 (mM)	51.28 (mM)	68.38 (mM)	85.47(mM)

III.2. Deuxième Etude intraspécifique de comportement à la salinité entre deux populations *Artemisia herba alba* :

Un essai In vivo à été réalisé dans la chambre de culture afin d'élucider la variabilité intraspécifique vis-à-vis de la salinité chez l'Armoise blanche.

L'essai In vivo à été réalisé comme suit :

❖ Matériel végétal :

Des touffes jeunes bien feuillées ont été récoltées au niveau des deux sites Khermam et Maaza . Les touffes ont été transplantées dans leurs substrats d'origines et irriguées en raison de 61 ml d'eau pour maintenir les pots à leur capacité au champ. Après 30 jours d'acclimatation, les touffes ont été soumises à différentes concentrations en NaCl (Tableau 3) pendant une durée de traitement de 60 jours.

Tableau III.4 : données géographique des sites échantillonnées.

Région	Localisation géographique
MAAZA	Altitude : 645 m N : 35°39' 19.8'' E : 004° 06' 52.8''
KHERMAME	Altitude : 537 m N : 35° 39' 19.8'' E : 004° 06' 52.8''

❖ La capacité de rétention en eau de chaque sol :

Les résultats de la capacité de rétention en eau de chaque substrat sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.5 : La capacité de rétention en eau de chaque sol (région KHERMAM et MAAZA)

Sol	Poids des conteneurs avec le sol (g)	Poids des ressuyages (échantillon)	Capacité au champ en % (échantillon)	Capacité de rétention en eau
KHERMAM	202.2	155.5	30.00	42.3 ml
MAAZA	175.2	122.2	43.37	61.15 ml

❖ **Les caractéristiques des substrats :**

Tableau III.6: Caractéristique des substrats des différents sites.

		MAAZA	KHERMAME
Ph	pH eau	7.8	7.6
	pH Kcl	7.66	5.86
CE (us/cm)		653	273
MO(%)		1.07	3.81
Calcaire totale(%)		50.36	17.51
Calcaire actif		37.5	62.5
granulométrie(%)	Argile	43.77	12 .70
	Limon fin	10.29	3.17
	Sable fin	12.86	40.35
	Sable grossier	29.54	40.41
	Limon grossier	3.54	3.37

III.3. Le paramètre analysé :

- pour l'essai In vitro les paramètres mesurés sont liés à la croissance des deux espèces sous la contrainte saline : le nombre de feuilles, la longueur de la partie aérienne, la longueur de la partie racinaire, le poids frais total des vitroplants.
- pour l'essai In vivo : l'analyse c'est basée sur les modifications physiologiques et biochimiques chez les deux populations : teneur en chlorophylle, la teneur en sucres
- solubles, concentration en sodium et potassium des feuilles et des racines.

III.4. Le dispositif expérimental :

Le dispositif expérimental adopté est un dispositif en randomisation totale

Essai In vitro	Essai In vivo
Facteur : 2 facteurs (salinité et espèces)	Facteur : 2 (salinité et population)
Niveaux : 6 pour salinité 2 pour espèces	Niveaux : 6 pour salinité 2 pour population
Unités de base : $6 \times 2 = 12$ unités de base	Unités de base : $6 \times 2 = 12$ unités de base
Répétition : 12	Répétition : 8
Nombre total d'unité expérimentale : 144	Nombre total d'unité expérimentale : 96

Tableau III.7: Dispositif expérimentale en randomisation total de l'essai de l'étude de la variabilité interspécifique chez 2 populations d'*Artemisia herba alba* (MAAZA et KHERMAM)

MAAZA T2 r3	KHERMAM T1 r4	MAAZA T2 r6	MAAZA T0 r1	KHERMAM T1 r5	KHERMAM T4 r3	MAAZA T0 r7	MAAZA T4 r8	KHERMAM T0 r5	K
KHERMAM T0 r2	KHERMAM T2 r3	MAAZA T2 r8	KHERMAM T4 r4	KHERMAM T0 r8	MAAZA T0 r4	KHERMAM T2 r4	KHERMAM T2 r5	KHERMAM T3 r2	K
MAAZA T0 r2	MAAZA T0 r8	MAAZA T2 r5	KHERMAM T5 r5	KHERMAM T3 r3	KHERMAM T4 r1	KHERMAM T4 r6	KHERMAM T5 r8	MAAZA T1 r8	K
KHERMAM T3 r1	MAAZA T1 r2	MAAZA T5 r4	MAAZA T4 r5	KHERMAM T4 r7	MAAZA T5 r2	KHERMAM T2 r6	MAAZA T5 r6	MAAZA T4 r1	K
MAAZA T1 r1	KHERMAM T0 r6	KHERMAM T5 r4	KHERMAM T2 r7	KHERMAM T2 r1	MAAZA T4 r7	MAAZA T3 r5	KHERMAM T5 r3	MAAZA T2 r4	
MAAZA T5 r1	KHERMAM T1 r3	KHERMAM T2 r2	KHERMAM T5 r6	KHERMAM T4 r2	KHERMAM T5 r1	MAAZA T3 r7	KHERMAM T4 r8	MAAZA T5 r5	
MAAZA T4 r4	MAAZA T4 r2	KHERMAM T3 r8	MAAZA T3 r1	MAAZA T3 r8	MAAZA T3 r4	KHERMAM T3 r7	MAAZA T2 r1	KHERMAM T1 r6	
MAAZA T3 r3	MAAZA T5 r8	MAAZA T0 r5	KHERMAM T1 r7	MAAZA T3 r2	KHERMAM T1 r1	KHERMAM T3 r6	KHERMAM T0 r7	MAAZA T2 r7	K

A H T2 r8	A H T3 r4	A H T2 r1	A H T3 r8	A C T5 r8	A C T0 r10	A C T0 r3	A C T0 r2	A H T4 r9	A H T1 r9	A H T4 r10	A C T0 r4
A H	A H	A H	A H	A H	A H	A C	A H	A H	A H	A C	A C

T4 r7	T1 r11	T4 r5	T0 r10	T4 r12	T1 r2	T4 r11	T5 r12	T2 r3	T4 r4	T2 r2	T1 r12
A H T4 r1	A C T0 r12	A C T5 r9	A C T4 r10	A H T5 r7	A C T5 r10	A C T5 r7	A H T1 r12	A C T1 r3	A H T3 r2	A C T2 r9	A C T4 r5
A H T0 r4	A C T2 r8	A C T1 r9	A H T2 r11	A H T3 r7	A H T0 r11	A H T5 r9	A C T2 r12	A C T2 r5	A H T0 r6	A H T1 r8	A C T5 r1
A C T3 r3	A H T1 r1	A H T3 r9	A H T0 r3	A H T4 r6	A H T0 r1	A C T3 r12	A H T1 r5	A H T5 r10	A C T2 r3	A H T2 r6	A H T1 r6
A H T5 r8	A H T0 r5	A C T5 r6	A C T0 r5	A C T2 r1	A H T3 r12	A H T2 r2	A C T2 r4	A C T0 r11	A H T5 r11	A H T1 r4	A C T3 r4
A C T0 r6	A C T4 r12	A C T3 r5	A H T2 r5	A C T4 r8	A H T5 r1	A H T2 r7	A C T1 r1	A C T1 r11	A C T2 r10	A H T2 r10	A C T1 r2
A H T0 r2	A H T5 r4	A H T3 r5	A H T3 r6	A C T4 r4	A C T3 r8	A C T2 r7	A C T2 r6	A C T5 r2	A H T1 r7	A H T4 r2	A H T4 r11
A H T5 r6	A C T1 r5	A H T3 r11	A H T1 r3	A C T3 r2	A C T4 r1	A C T1 r4	A H T2 r9	A C T3 r7	A H T3 r3	A C T5 r12	A H T3 r10
A C T1 r10	A H T4 r8	A H T2 r12	A C T4 r6	A H T0 r9	A H T3 r1	A C T0 r9	A H T5 r5	A H T0 r7	A H T5 r2	A C T5 r4	A C T4 r2
A C T3 r11	A H T2 r4	A H T0 r12	A C T2 r11	A C T5 r5	A H T5 r3	A C T0 r8	A C T0 r7	A H T0 r8	A C T3 r1	A H T1 r10	A C T4 r7
A C T1 r6	A C T4 r9	A C T3 r10	A C T3 r6	A C T3 r9	A H T4 r3	A C T1 r7	A C T5 r11	A C T0 r1	A C T1 r8	A C T5 r3	A C T4 r3

Tableau III.8 : Dispositif expérimentale en randomisation total de l'essai de l'étude de la variabilité intraspécifique chez 2 espèces du genre *Artemisia* (*Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris*).

III.5. Analyse statistiques_:

Une analyse de la variance au seuil $\alpha = 5\%$ a été utilisé pour le traitement des résultats et qui consiste à recherche l'effet des facteurs étudiées sur le paramètre réalisé est signification ou non avec un certains risque d'erreurs la signification des résultats est exprimé en fonction de probabilité pour une erreur réellement commise. Le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5 % a été utilisé pour la comparaison des moyennes. Le logiciel utilisé pour l'analyse statistique et le STAT BOX 6.4.

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Premier Etude : Etude interspécifique de comportement à la salinité entre deux espèce du genre *Artemisia* (*Artemisia herba alba* et *Artemisiacampestris*)

IV.1.1. Effet de la salinité sur le taux de germination final :

Les résultats relatifs au taux de germination sous stress salin sont représentés dans les tableaux IV-1, IV-2 et IV-3 et sont illustrées par l'histogramme figure IV-1.

L'analyse de la variance a révélé l'existence d'une différence très hautement significative des moyennes de différents traitements tant pour les facteurs simples (espèce, salinité) que pour l'interaction.

Tableau IV-1 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du taux de germination final (effet traitement salin)

Traitement	Taux de germination final (%)					
	0mM	17mM	34mM	51mM	68mM	85mM
	97.5 ± 3,92	65,1 ± 3,17	48,5 ± 4,71	37,0 ± 4,98	17,0 ± 3,54	5.87 ± 3,45
	A	B	C	D	E	F
p=0.00						

❖ Effet traitement salin :

La salinité a fortement influencé le taux de germination final, ainsi les graines non contraintes ont affichées le taux de germination le plus élevée, tandis les semences sévèrement stressées ont exprimées les plus faibles taux.

Tableau IV-2 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du taux de germination final (effet espèce)

Traitement	Taux de germination final (%)	
	<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Artemisiacampestris</i>
	43.9 ± 3,88	40,4 ± 3,80
	A	B
P=0.008		

❖ Effet espèce :

Une différence très hautement significative a été révélée par l'analyse de la variance entre les deux Espèces, l'armoise blanche exprime un taux de germination plus important que celui de l'armoise rouge, pour un taux de germination de 43.9% chez l'armoise blanche et de 40.4% pour l'armoise rouge.

Tableau IV-3 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du taux de germination final (effet traitement × espèce)

Espèces	Taux de germination final (%)					
	0mM	17mM	34Mm	51mM	68mM	85mM
AH	70 ± 3,26 B	63 ± 3,83 C	51.2 ± 5.37 D	37 ± 6 E	11 ± 3.83 G	8.25 ± 3.30 G
AC	87 ± 5,03 A	67.2 ± 2.98 BC	45.7±4.48 D	37 ± 4,69 E	23 ± 3,83 F	3.5 ± 4.12 G
p=0.00						

❖ **Effet : traitement× espèce :**

L'analyse de la variance indique que les différences entre les différents traitements sont hautement très différentes. D'une manière générale plus la salinité du milieu est importante plus le taux de germination est faible. Les deux espèces affichent le même comportement vis-à-vis de la salinité, néanmoins des taux de diminution d'autant plus important ont été enregistrés chez *l'Artemisia campestris* par rapport à *l'Artemisia herba alba*. l'application de la première contrainte saline induit un taux de diminution de 10 % chez l'armoise blanche alors que ce taux été de 23 % chez armoise rouge, pour le stress le plus sévère la baisse de germination est évaluée à 96% et 88% pour armoise rouge et l'armoise blanche respectivement.

Il faut noter que dès que le stress atteint un niveau intermédiaire à savoir 34 Mm en NaCl, les deux espèces expriment des taux de germination presque identiques (les deux espèces sont affectées au même groupe pour chaque niveau de salinité appliqué).

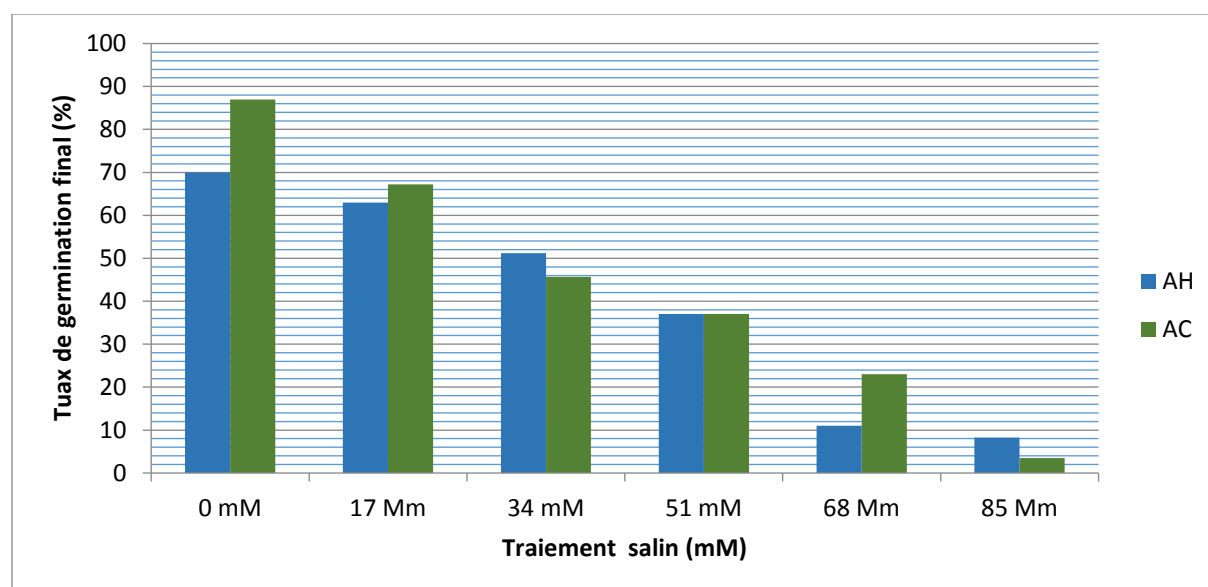


Figure IV.1 : Effet du stress salin sur le taux de germination d' *Artemisia herba alba* et d'*Artemisiacompestris*.

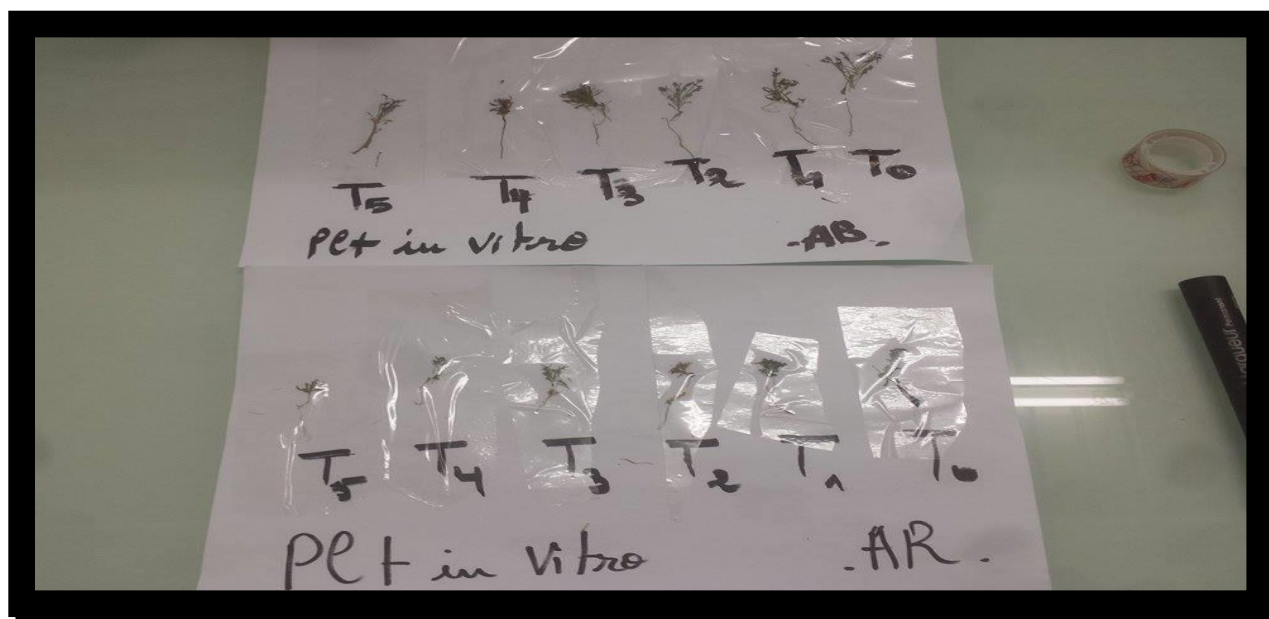


Figure IV.2 : germination des graines d' *Artemisia herba alba* et d'*Artemisiacompestris* sous la contrainte saline.

❖ Discussion :

L'étude du taux de germination montre qu'une concentration croissante en sel engendre un retard de la germination. D'après Ben Miled et *al.* (1986) Ce retard peut être expliqué par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne. Alors que Ghrib et *al.* (2011) Ont expliqués que ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine.

L'effet de la salinité, particulièrement à faible ou à moyenne concentrations, est du à ses effets osmotiques (MUNNS et *al.*, 2005). Une forme de sécheresse physiologique survient lorsque l'ajustement osmotique n'est pas suffisant, ce qui rend de plus en plus difficile l'acquisition d'eau et de nutriments par les plantes et le maintien de la turgescence (HOPKINS, 2003). En dépit d'un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation des ions, particulièrement Na^+ et Cl^- LEVITT J. (1980) dans le cytoplasme perturbe l'activité métabolique (MUNNS et *al.*, 2007).

Les effets nutritionnels surviennent lorsque l'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{++} et NO_3^- (HAOULA et *al.*, 2007). Un des effets primaires du stress salin est qu'il retarde la germination et l'apparition de jeunes plantes (MAAS, 1996).

En revanche, THOMSON (1985) rapporte que la germination correspond au stade de développement le plus sensible du cycle de la plante. En effet, BEATTY et EHLIG (1993)

confirment cette sensibilité durant la germination et signalent une tolérance au cours de la croissance. En raison des différences dans la tolérance au sel entre les stades de croissance, certains chercheurs ont préféré la sélection pour la tolérance à la salinité en imposant le stress salin durant tout le cycle de croissance (EPSTEIN et *al.*, 1980 in SHANNON ,1997).

IV.1.2. Effet de la salinité sur le poids frais total des plants :

Tous les résultats relatifs à ce paramètre sont groupés dans les tableaux IV-4, IV-5 et IV-6 et sont illustrés par l'histogramme figure IV-3. Une différence très hautement significative a été révélée par l'analyse de la variance, aussi bien pour les effets simples (salinité et espèce) que pour l'interaction entre la salinité et l'espèce

Tableau IV-4 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du poids frais total (effet traitement salin)

Traitement	Poids frais total (g)					
	0mM	17mM	34mM	51mM	68mM	85mM
	0.46 ± 0.19 A	0.38 ± 0.15 A	0.24 ± 0.11 B	0.19 ± 0.13 B	0.05 ± 0.02 C	0.02 ± 0.01 C

❖ Effet : salinité

Le poids frais des vitrolants diminue d'une manière graduelle avec le sens du stress, la première contrainte saline (17 mM) n'affecte pas significativement le poids frais total (le traitement témoin et le traitement 17 mM sont classés dans le même groupe : A), la diminution devient significativement différente qu'à partir du traitement 34 mM de NaCl pur atteindre les plus faibles poids au niveau du traitement le plus contraignant pour une valeur de 0.02 g.

Tableau IV-5 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du poids frais total (effet espèce)

Espèce	Poids frais total (g)	
	<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Artemisiacampestris</i>
	0.27 ± 0.15 A	0.18 ± 0.07 B

❖ Effet : espèce

Selon les résultats du tableau ci-dessus l'*Artemisia herba alba* exprime un poids frais total plus élevé que celui de l'*Artemisiacampestris*.

Tableau IV-6 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du poids frais total (effet espèce × traitement)

Population	Poids frais total (g)					
	0mM	17mM	34Mm	51mM	68mM	85mM
AH	0.36 ± 0.26	0.54 ± 0.19	0.36 ± 0.16	0.29 ± 0.18	0.06 ± 0.01	0.03 ± 0.02
	BC	AB	BC	CD	E	E
	0.56 ± 0.12	0.23 ± 0.12	0.12±0.03	0.10 ±0.05	0.04 ± 0.02	0.01 ± 0.01
AC	A	CDE	DE	DE	E	E

❖ Effet : salinité × espèce

L'analyse de la variance a révélé un effet très hautement significative de l'effet combiné des deux facteurs sur le poids frais total. Le test Newman et Keuls fait ressortir 7 groupes homogènes, 2 distincts et 5 intermédiaires.

Avant l'application du stress l'armoise rouge exprime un poids frais total plus important que celui de l'armoise blanche. L'application de la première contrainte saline (17 mM) induit une stimulation du poids frais total de 50 % chez l'armoise blanche, en revanche une diminution de 59% par rapport au témoin été enregistré chez l'armoise rouge.

La diminution du poids frais n'a été enregistré qu'à partir du traitement 51mM de NaCl chez l'armoise blanche, alors que cette diminution a été révélée dès l'application du premier niveau de salinité (17 mM) chez l'armoise rouge.

Durant les premiers niveaux de salinité, l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) affiche un poids frais supérieur à celui de l'armoise rouge, mais cette supériorité s'annule à partir du niveau 68 Mm, à ce niveau de stress les deux espèces expriment des poids frais presque identiques.

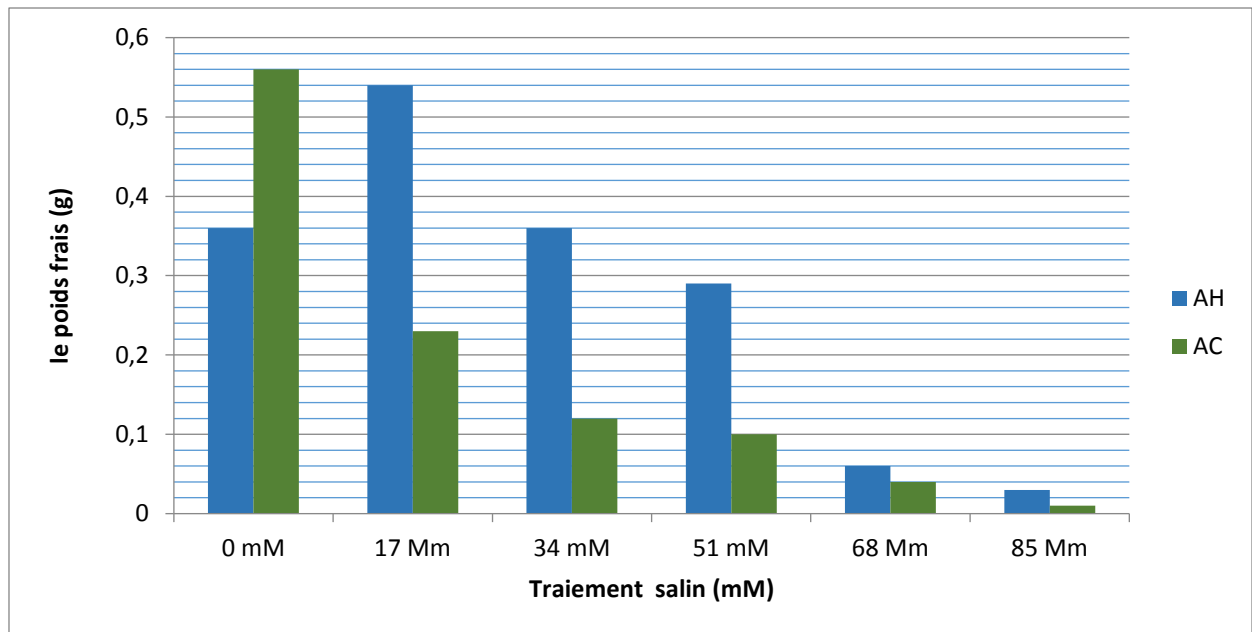


Figure IV.3 : Effet du stress salin sur le poids frais d' *Artemisiacampestris* et d' *Artemisia herba alba*

❖ Discussion :

La salinité à forte dose de sel (5 g/l) une réduction considérable du poids frais des plantules à été observée. L'effet de la salinité sur les végétaux se situe principalement au niveau de la croissance cellulaire et se traduit par une réduction des dimensions de la plantes (HAMZA, 1982)

Pour s'adapter au stress salin, la plante peut éviter les dommages par la réduction de sa croissance (BENMAHIOUL et al. 2009), c'est l'effet le plus commun des stress abiotique sur la physiologie des plantes.

La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique (YEO, 1983)

De même BENMAHIOUL et al (2009) ont rapporté que la présence de NaCl dans le milieu de culture provoque chez les vitroplants de *Pistaciavera* L. une réduction des poids frais et sec des parties aériennes alors qu'il améliore ceux des racines. Cette réduction est en effet une réponse typique des plantes non halophytes à la salinité (VIEGAS et SILVEIRA, 1999).

le retard de développement induit par la salinité permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages sont irréversibles (XIONG et ZHU, 2002).

IV.1.3. Effet de la salinité sur le nombre de feuilles par plant :

Tous les résultats exprimant le nombre de feuilles par plant sont compris dans les tableaux IV-7, IV-8 et illustrés par l'histogramme figure IV-4.

La différence révélée par l'analyse de la variance, est très hautement significative pour l'effet interaction (espèce × salinité) et l'effet simple salinité. Cependant, cette différence est non significative pour l'effet espèce. Ceci nous amène à interpréter seulement l'interaction et effet salinité.

Tableau IV-7 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du nombre de feuilles (effet traitement salin)

Traitement	Nombre de feuilles					
	0mM	17mM	34mM	51mM	68mM	85mM
	17.58 ± 1.72	15.83 ± 1.48	15.25 ± 1.98	12.08 ± 1.50	8.83 ± 1.14	6.16 ± 1.21
	A	B	B	C	D	E

❖ Effet salinité :

La salinité agit négativement sur le nombre de feuilles par plant, plus le stress est intense plus le nombre de feuilles par plant diminue. Durant les premiers niveaux de salinité (17 et 34 mM de NaCl), le taux de baisse par rapport au témoin n'est que 10 %, alors dès que le stress atteint des valeurs maximales (85mM) des taux de diminution dépassant les 60 % sont enregistrés.

Tableau IV-8 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance sur le nombre de feuilles (effet espèce)

Espèce	Nombre de feuille	
	<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Artemisiacampestris</i>
	12.61±1.32	12.63±1.64
	A	B

❖ Effet : Espèce

Une différence très hautement significative a été révélée par l'analyse de la variance entre les deux espèces. L'armoise blanche présente un Nombre de feuilles plus faible par rapport à l'armoise rouge.

Tableau IV-9 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance du nombre de feuilles (effet espèce × traitement)

Population	Nombre de feuilles					
	0mM	17mM	34Mm	51mM	68mM	85mM
AH	18.5 ± 1.64 A	13.5 ± 1.37 B	17.0 ± 1.41 A	12.0 ± 1.67 B	8.16 ± 1.32 CD	6.5 ± 1.04 DE
AC	16.66 ± 1.96 A	18.16 ± 1.72 A	13.5 ± 2.58 B	12.16 ± 1.47 B	9.5 ± 1.04 C	5.83 ± 1.47 E

❖ Effet : salinité × espèce

Le nombre de feuilles est inversement proportionnel à la concentration du milieu en NaCl, plus le stress est important plus le nombre de feuilles diminue.

Pour le traitement témoin les deux espèces affichent le même nombre de feuilles, l'application de la première contrainte saline (17mM) fait diminuer le nombre de feuilles chez l'armoise blanche à 13 feuilles (groupe B), alors il reste statistiquement inchangé chez l'armoise rouge 18 feuilles (groupe A). La concentration 68mM affecte d'une manière remarquable le nombre de feuilles des deux espèces avec des taux de diminution de 56 % et 43 % chez *Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris* respectivement. Les plus faibles valeurs en nombre de feuilles sont obtenues chez l'armoise rouge pour 5.83 feuilles/plant.

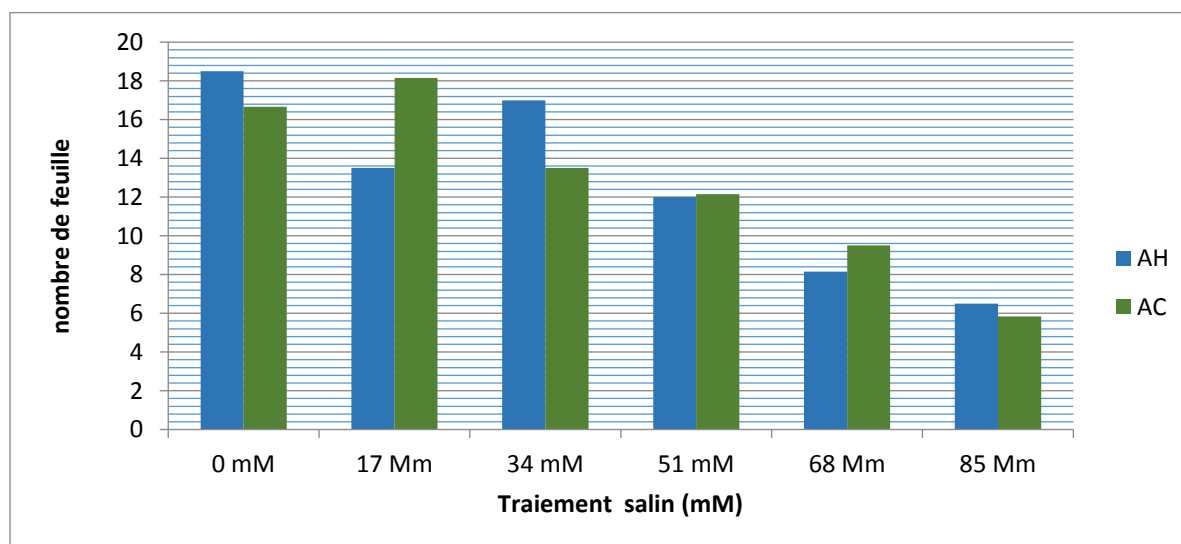


Figure IV.4: Effet du stress salin sur le nombre de feuilles d'*Artemisia herba alba* et d'*Artemisia campestris*

❖ Discussion :

L'examen des résultats montre que le nombre des feuilles soit pour l'espèce : *Artemisia herba alba* ou *Artemisia campestris* diminue avec l'augmentation de concentration de stress salin appliquée.

La diminution de la croissance de l'appareil végétatif sous l'effet du stress salin est accompagnée d'une réduction du nombre moyen des feuilles par plant surtout pour ceux stressés à 5 g/l

Cette réduction s'explique par l'ajustement des taux de des certains régulateurs de croissance, Notamment l'acide abscissique et les cytokinines induits par le sel (BENMAHIOUL et *al.*2009 ; KUIPER et *al.* , 1990).En peut caractérisée la variation de nombre des feuilles par plant comme indicateurs de réaction d'espèces à la salinité.

La diminution de croissance végétative, exprimée que ce soit par la réduction du nombre de feuilles ou bien de la surface foliaire, représente généralement la première réponse des glycophytes exposées au stress salin (MUNNS et *al.*, 1986).

Le nombre réduit des feuilles en présence de la contrainte saline confirment les résultats de Satti et al. (1994), ou l'émission d'un nombre réduit de feuilles est l'une des réponses des plantes sensibles en milieu salin.

La diminution du nombre de paires de feuilles chez le haricot en condition de salinité, est causée par les dommages importants au niveau des structures microscopiques des chloroplastes et d'autres organites cellulaires (HAMZA, 1982) .

IV.1.4. Effet de la salinité sur la longueur de la partie aérienne :

Les différents résultats relatifs à la longueur de la partie aérienne sont représentés dans le tableau IV-9, IV-10, et illustrés par l'histogramme figure IV-5.

La salinité a fortement influencé l'expression de la longueur de la partie aérienne. Ainsi, l'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative (probabilité= 0.0000) pour l'effet salinité et pour l'interaction entre celui –ci et l'espèce. Cependant, une différence non significative a été révélée pour le facteur espèce

Tableau IV-10 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance la longueur de la partie aérienne (effet traitement salin)

Traitement	Longueur de la partie aérienne (Cm)					
	0mM	17mM	34Mm	51mM	68mM	85mM
	2.35 ± 0.57 B	3,26 ± 0,81 A	1,95 ± 0,55 B	1,48 ± 0.39 C	1,16 ± 0,49 CD	0.73 ± 0,28 D

❖ Effet salinité :

Le sel affecte dégressivement la croissance caulinaire des vitroplants testés, plus le sel est abondant dans le milieu plus la longueur de la partie aérienne diminue. Il faut souligner l'amélioration de la croissance végétative induite par la première contrainte salie à savoir

17mM. Le test Newman et Keuls fait ressortir 5 groupes homogènes un groupe intermédiaire et 4 distincts.

Tableau IV-11 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance sur la longueur e la partie aérienne (effet espèce)

Espèce	La longueur e la partie aérienne(Cm)	
	<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Artemisiacampestris</i>
	1.93±0.56 A	1.71±0.48 B

❖ Effet espèce :

Une différence très hautement significative à été révélée par l'analyse de la variance entre les deux Espèces, l'armoise blanche exprime une croissance de la longueur de la partie aérienne plus importante que celui de l'armoise rouge.

Tableau IV-12 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance la longueur de la partie aérienne (effet traitement salin × espèce)

Espèce	Longueur de la partie aérienne (Cm)					
	0mM	17mM	34Mm	51mM	68mM	85mM
AH	2.58 ± 0.59 B	4.45 ± 1.17 A	1.55 ± 0.43 CDEF	1.25 ± 0.18 DEF	0.98 ± 0.41 EF	0.8 ± 0.32 EF
AC	2.13 ± 0.6 BCD	2.08 ± 0.23 BCD	2.36±0.69 BC	1.71 ±0.54 BCDE	1.35 ± 0.60 DEF	0.66 ± 0.25 F

❖ Effet : salinité× espèce

Pour les deux espèces testés, l'analyse de la variance à révélée une différence très hautement significative entre les différents traitements, sur l'ensemble des résultats obtenus plus le stress est sévère plus la croissance aérienne diminue.

Chez l'*Artemisia campestris* la première contrainte saline (17mM) n'induit aucun changement dans la croissance en longueur des vitroplants, alors que cette concentration est stimulatrice pour l'*Artemisia herba alba*. La diminution de la partie aérienne s'exprime dès la salinité atteint

une concentration de 34mM chez l'armoise blanche, alors que cette diminution ne s'affiche qu'à partir de 51mM chez l'armoise rouge.

Pour les stress intermédiaires (34, 51 et 68 mM), l'*Artemisia campestris* exprime une longueur caulinare supérieure à celle enregistrée chez l'*Artemisia herba alba*, néanmoins pour le stress le plus sévère c'est l'armoise rouge qui est la plus affétée.

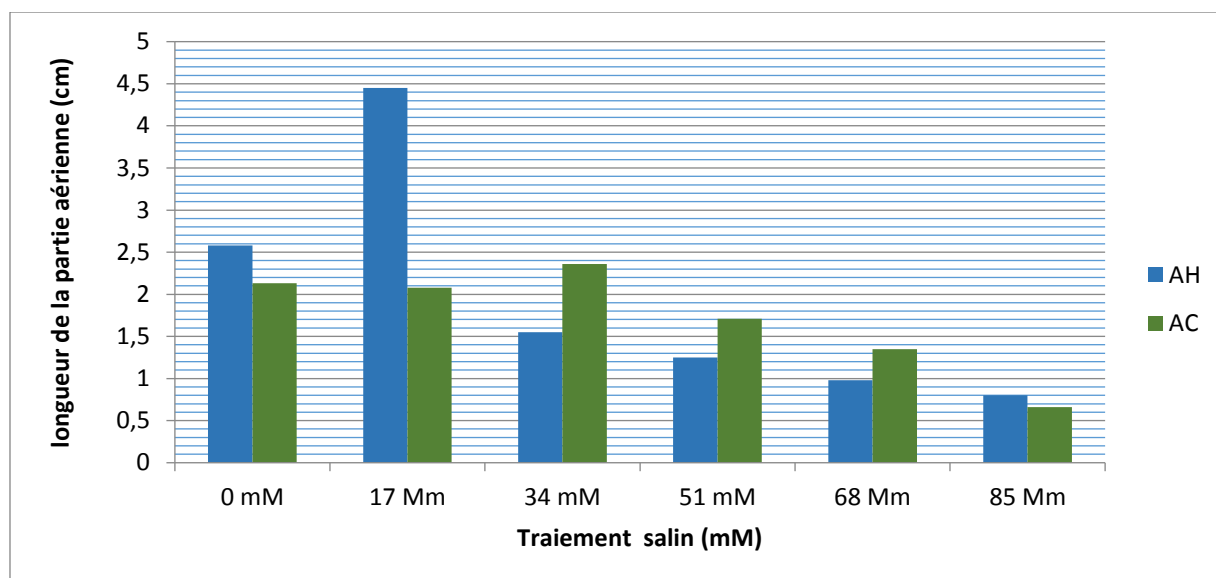


Figure IV.5: Effet du stress salin sur la longueur de la partie aerienne d'Artemesiacampestris et Artemesia herba alba.

❖ **Dicussion:**

La salinité affecte tous les processus physiologiques de la plante. Son effet se traduit, notamment par une réduction de la croissance en hauteur.

La réduction de la croissance aérienne observée au niveau des plantules peut aussi s'expliquer par des augmentations des taux de certains régulateurs de Croissance, notamment l'acide abscissique et les cytokinines induites par le sel.

MEYER et *al.*, (1989) . ont rapportés qu'une baisse de la quantité de cytokinines a été enregistrée chez *Pinus sylvestris*, *Pinus koraiensis* et *Abies holophylla* soumis à un stress salin. La réduction de croissance résulte de la dépense de ressources dans les stratégies d'adaptation

L'effet dépressif de la salinité sur la croissance des plantes peut avoir deux causes principales, non exclusives: les difficultés d'alimentation en eau et en nutriments et la toxicité des ions accumulés en excès dans la plante (XIONG et ZHU, 2002)

BRUGNOLI et BJORKMAN (1992), ont montré, chez le Cotonnier, que le sel réduit le développement des parties aériennes par la diminution de l'allocation du carbone pour la croissance foliaire au profit de la croissance racinaire.

IV.1.5. Effet de la salinité sur la longueur de la partie souterraine :

Les résultats exprimant la longueur de la partie racinaires sont donnés dans les tableaux IV-11, IV-12 et IV-13 et sont illustrées par l'histogramme figure IV-6. L'analyse de la variance a révélée, que tous les traitements sont très hautement et significativement différents que se soit pour les effets simples (salinité, espèce) ou pour l'effet combiné salinité× espèce.

Tableau IV-13 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance la longueur de la partie souterraine (effet traitement salin)

Traitement	Longueur de la racine (Cm)					
	0mM	17mM	34Mm	51mM	68mM	85mM
	1.8 ± 0.15	3.05 ± 0.52	4.15 ± 0.89	3.4 ± 0.63	2.33 ± 0.59	2.06 ± 0.34
	C	B	A	B	C	C

❖ Effet : salinité

Le stress salin agit positivement sur la croissance des racines, Quel que soit le niveau du stress appliqué les plants stressés affichent une nette supériorité de la croissance racinaire que les plantes non contraintes. Dès l'application de la première contrainte saline (17mM) une nette amélioration de la croissance des racines s'observe avec un taux d'augmentation estimé à 69 %. La croissance la plus importante est induite par le niveau 34mM du NaCl pour une longueur de 4.15 cm et un taux d'augmentation par rapport au témoin estimé à 130%.

Tableau IV-14 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance la longueur de la partie souterraine (effet espèce)

Espèce	Longueur de la racine (Cm)	
	<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Artemisiacampestris</i>
	2.95 ± 0.53	2.64 ± 0.57
	A	B

❖ Effet : Espèce

Une différence très hautement significative a été révélée par l'analyse de la variance entre les deux espèces. L'armoise rouge présente une croissance des racines plus faible (groupe B) par rapport à l'armoise blanche (groupe A).

Tableau IV-15 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance la longueur de la partie souterraine (effet traitement salin × espèce)

Population	Longueur de la racine (Cm)					
	0mM	17mM	34Mm	51mM	68mM	85mM
AH	1.83 ± 0.17 CD	3.25 ± 0.64 B	4.9 ± 0.97 A	3.35 ± 0.59 B	2.11 ± 0.44 CD	2.30 ± 0.24 CD
AC	1.76 ± 0.15 D	2.85 ± 0.43 BC	3.41±0.88 B	3.45 ± 0.72 B	2.55 ± 0.76 CD	1.83 ± 0.45 CD

❖ Effet : salinité× espèce

L'analyse de la variance indique que les différences entre les différents traitements sont très hautement significatives. Le milieu contenant du NaCl induit une stimulation de la croissance des racines chez les deux espèces.

En absence de la salinité l'*Artemisia herba alba* affiche une longueur des racines (1.83 cm) supérieure à celle de l'*Artemisia campestris* (1.6 cm), cette supériorité reste en faveur de l'armoise blanche jusqu'au niveau de stress 51mM de NaCl dès que le stress atteint ce niveau les deux espèces produisent les mêmes longueurs racinaires.

La croissance racinaire atteint son maximum à 34mM chez l'*Artemisia herba alba*, alors que chez l'*Artemisiacampestris* ce maximum est induit à 51mM en NaCl .

D'une manière générale et pour le même niveau de salinité l'armoise blanche exprime des longueurs du système racinaire plus importantes par rapport à l'armoise rouge, puis cette supériorité s'annule pour les trois derniers niveaux de salinité (51, 68 et 85 Mm).

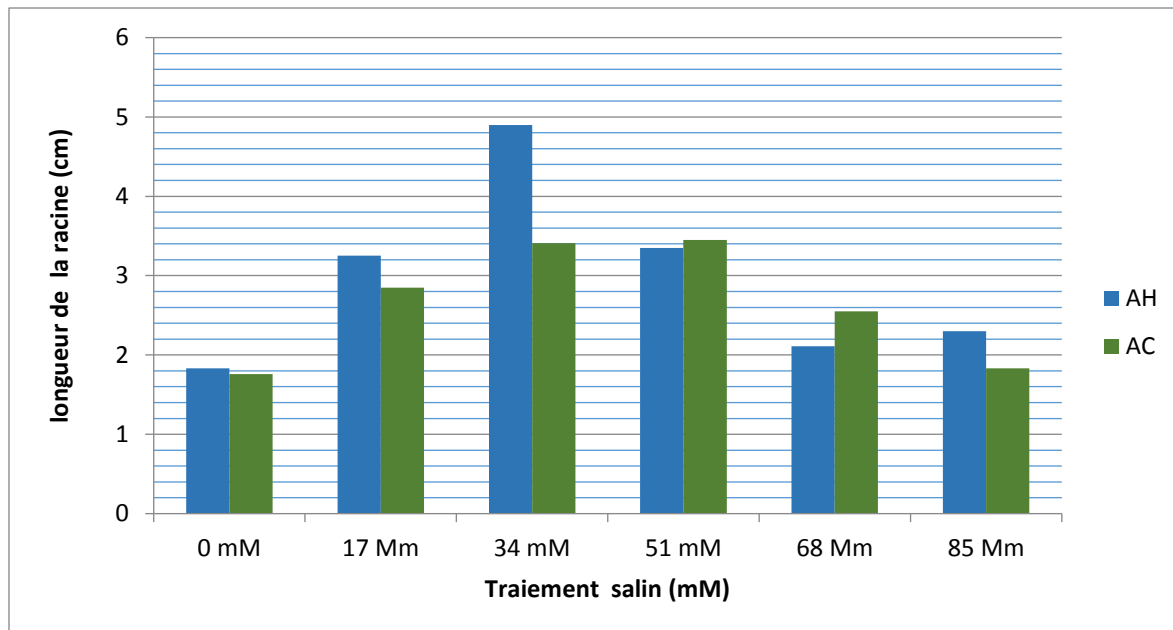


Figure IV.6.: Effet du stress salin sur la longueur des racines d'*Artemesiacampestris* et *Artemisia herba alba*.

❖ Discussion:

Selon Ashraf et FOOLAD (2007), la diminution de la longueur de la plante et de la surface foliaire serait la conséquence de la réduction de la taille des cellules exposées au stress salin. En plus, sous contrainte saline, les rendements en matières fraîches et sèche des racines diminuent également lorsque la concentration de NaCl augmente dans le milieu de culture.

Selon GOMES et *al.* (1983) l'émergence de la radicule serait contrôlée par l'osmolarité du milieu pendant la germination, alors que la croissance ultérieure de la plantule serait limitée par la mobilisation et le transport des réserves vers l'axe embryonnaire. Une telle situation pourrait s'expliquer par le fait que le stress salin affecte considérablement la croissance du système racinaire (AZEVEDO et *al.*, 2004).

La présence de sel dans le milieu de culture limiterait l'alimentation des plantes en calcium, ce qui conduirait à une inhibition de l'émergence et de la croissance des racines et des poils absorbants (ZAHARAN ET SPRENT, 1986).

D'autre part, BOURAOUÏ et *al.* (1998), des racines chez le triticale sont augmentées en milieu salé. Ils précisent que le passage des cellules du stade de division au stade d'élongation s'accompagne d'une modification du métabolisme respiratoire. Le maintien de l'élongation racinaire et la stimulation de la respiration sur milieu salé correspondent à l'un des facteurs de tolérance à la salinité.

Hamrouni et *al.* (2011) ont indiqué que la plante s'adapte au stress salin en réduisant en premier lieu son système racinaire préservant ainsi la partie aérienne afin de maintenir et d'assurer la production des photosynthétats.

IV.2. Deuxième Etude intraspécifique de comportement à la salinité entre deux populations d'*Artemisia herba alba* :

IV.2.1. Effet de la salinité sur la teneur en sucres des feuilles :

Toutes les moyennes de la teneur en sucres sous stress salin sont groupées dans les tableaux IV-14, IV-15 et IV-16 et sont illustrées par l'histogramme figure IV-7.

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative pour les effets simples des facteurs : salinité et espèce, ainsi que pour l'interaction de ces deux facteurs.

Tableau IV-16 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de la teneur des sucres totaux (effet traitement salin)

Traitement	Sures totaux (µg/100mg de MF)					
	0mM	17mM	34Mm	51mM	68mM	85mM
	1.74 ± 0.22	2.83 ± 0,10	3.43 ± 0,13	4,82 ± 0.10	6.65 ± 0,11	7.20 ± 0.28
	F	E	D	C	B	A

❖ Effet salinité

L'analyse de la variance a révélé un effet remarquable de la salinité sur la teneur en sucres des feuilles. La teneur en sucres totaux suit le niveau de salinité appliqué, les plus fortes teneurs sont enregistrées pour les concentrations en NaCl les plus fortes (7.20 µg/100mg de MF et 6.65 µg/100mg de MF pour les niveaux 85 mM et 68 mM respectivement). Le test de Newman et Keuls fait ressortir 6 groupes homogènes distincts.

Tableau IV-17 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de la teneur des sucres totaux (effet population)

Population	Sures totaux (µg/100mg de MF)	
	MAAZA	KHARMAM
	5.98 ± 0,19	2.90 ± 0.12
	A	B

❖ Effet : population

L'analyse de la variance à montrer une différence très hautement significative entre les deux populations, les feuilles de la population MAAZA affiche des teneurs beaucoup plus élevées que celles de la population KHARMAM, c'est ainsi que la population MAAZA se classe dans le premier groupe A pour une teneur de 5.98 µg/100mg de MF et la population KHARMAM se trouve en deuxième position groupe B avec une teneur de 2.90 µg/100mg de MF.

Tableau IV-18 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de la teneur des sucres totaux (effet traitement salin × population)

Population	Sures totaux (µg/100mg de MF)					
	0mM	17mM	34Mm	51mM	68mM	85mM
MAZ	1.81	± 3.46	± 4.22	± 6.42	± 9.56	± 10.44
	0.25	0.07	0.17	0.08	0.15	0.42
	J	FG	D	C	B	A
KHM	1.67	± 2.21	± 2.64±0.11	3.21	3.73	± 3.96
	0.24	0.01		±0.14	0.1	0.16
	J	I	H	G	EF	DE

❖ Effet : salinité× population

Pour les deux populations testées, plus le milieu est riche en NaCl plus les feuilles se charge d'autant plus en sucres totaux.

En absence de NaCl dans le milieu, les deux populations affichent presque les mêmes teneurs en sucres solubles (1.81 µg/100mg de MF pour la population MAAZA, et 1.67 µg/100mg de MF pour la population KHERMAM et qui sont affétés dans le même groupe homogène : groupe J). Dès que on administre du NaCl dans le milieu les deux populations expriment des teneurs d'autant plus élevés que le milieu est riche en sel, avec une intensité qui varie d'une population à l'autre.

Une intensité d'accumulation de sucres plus importante à été enregistrée chez la population MAAZA cette intensité s'exprime par le faite que :

- Pour le même niveau de salinité, les teneurs enregistrées chez la population MAAZA dépassent largement à celles mesurées sur la population KHERMAM ;
- Les teneurs en sucres induites par la concentration 17mM de NaCl sont plus importantes à celles obtenues par le niveau 51mM chez la population KHERMAM ;
- Pour le traitement le plus sévère (85mM), un taux d'augmentation de 500% par rapport au témoin à été enregistré chez la population MAAZA, alors que ce taux n'a été que de 137% chez la population KHERMAM.

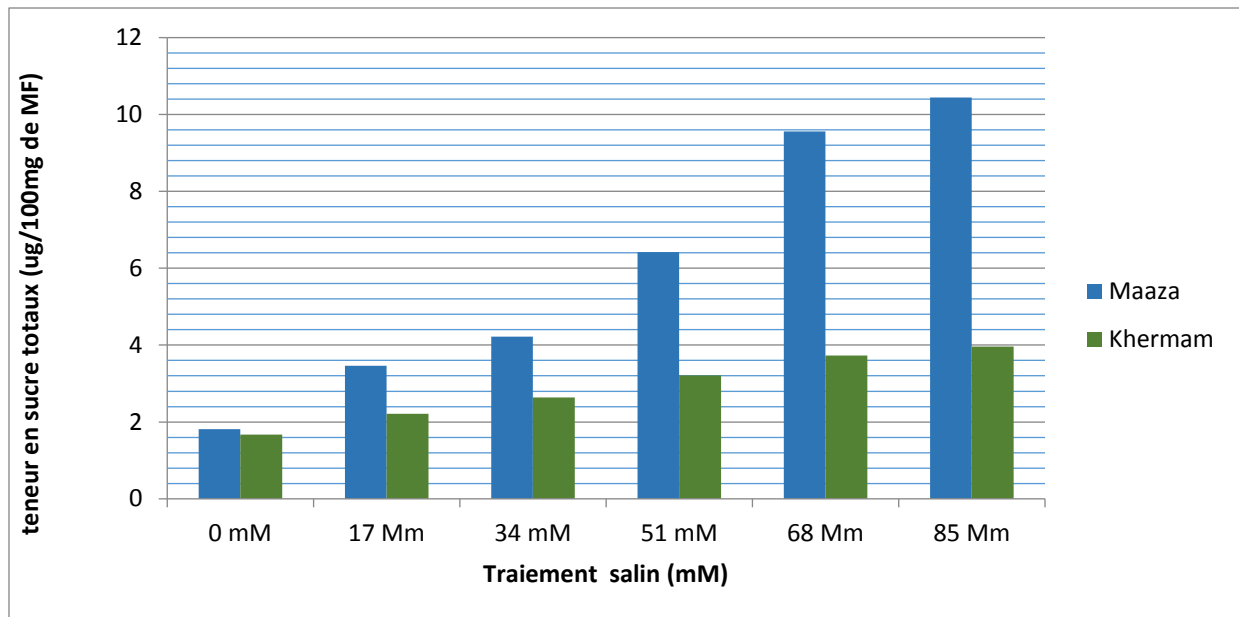


Figure IV.7: effet de la salinité sur la teneur des sucres totaux chez les deux populations MAAZA et KHERMAM.

❖ Discussion:

Les résultats obtenus lors de cette recherche indiquent une augmentation des sucres solubles chez les plantes stressées comparées aux plantes témoins. En effet les mêmes observations sont constatées par CORTES et SINCLAIR (1987) qui trouvent une augmentation des sucres solubles chez plusieurs espèces exposées au stress salin.

Le processus de concentration des sucres solubles dans les tissus foliaires des plantes stressées est reconnu comme une caractéristique d'adaptation (KAMELI et LOSEL, 1995)

En effet, l'accumulation des sucres solubles totaux chez les plantes a été largement reportée comme une réponse à la salinité et à la sécheresse, souvent accompagnée par une décroissance significative concernant la vitesse d'assimilation de CO₂ (ASHRAF, 2004). Ils ont une importance particulière à cause de leur relation directe avec des processus physiologiques comme la photosynthèse, la translocation et la respiration ; en plus, ils ont un rôle potentiel dans l'adaptation des stress (ILDIKO et GABOR., 2000). Parmi les rôles attribués aux sucres est la vitrification du cytoplasme, protection des protéines et protection des membranes (WINGLER, 2002).

L'accumulation des sucres peut être associée à une diminution de l'activité puit qui se traduit par une diminution de l'exportation de saccharose et ainsi son accumulation dans les cellules de la feuille engendrant ainsi est une inhibition de la photosynthèse.

Pour GEINGENBERGER et al. (1997), attribuent l'augmentation des sucres solubles à une dégradation des réserves amylacées suite à leur conversion rapide en saccharose, fait qui pourrait être attribué à une inhibition de la synthèse de l'amidon. Par contre, MELONI et al. (2001), démontrent que l'ajustement osmotique serait accompli par l'accumulation des corps dissous organiques (sucres), et leurs concentrations augmentent proportionnellement à l'intensité du stress.

IV.2.2. Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle des feuilles :

Les différents résultats relatifs à la teneur en chlorophylle sont représentés dans les tableaux IV-17, IV-18 et IV-19, illustrés par l'histogramme figure IV-8.

La salinité a fortement influencé la teneur en chlorophylle des feuilles. Ainsi, l'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative (probabilité= 0.0000) pour l'effet salinité et l'interaction entre cette dernière et le facteur population. Cependant, une différence non significative a été révélée pour l'effet simple population.

Tableau IV-19 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de la teneur en chlorophylle (effet traitement salin)

Traitement	Teneur en chlorophylle totale (mg/100mg de MF)					
	0mM	17mM	34Mm	51mM	68mM	85mM
	6.50 ± 0.30	5,28 ± 0,12	4,70 ± 0,17	4,21 ± 0.10	4,02 ± 0,11	3.45 ± 0.14
	A	B	C	D	D	E

❖ Effet salinité

Les résultats du tableau ci-dessus montrent une différence très hautement significative entre les différents traitements. La salinité affecte d'une manière dépressive la teneur en chlorophylle des feuilles. Plus les plantes sont stressées plus elles produisent moins de chlorophylles. Les plus faibles teneurs sont mesurées sur les plantes les plus contraignantes à savoir les plantes du niveau 85mM de NaCl pur une valeur de 3.45 mg/100mg de MF, il faut souligner que les deux niveaux de stress : 51 et 68Mm produisent presque les mêmes teneurs en chlorophylles (qui appartient au même groupe homogène : groupe D).

Tableau IV-20 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de la teneur chlorophylle (effet

Population)

Population	Teneur de chlorophylle (µg/100mg de MF)	
	MAAZA	KHARMAM
	4.65 ± 0,14	4.73 ± 0.18
	A	B

❖ Effet : population

L'analyse de la variance à montrer une différence très hautement significative entre les deux populations, les feuilles de la population KHARMEM exprime teneur en chlorophylle élevé que celui de population de MAAZA.

Tableau IV-21 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de la teneur en chlorophylle (effet traitement salin × population)

Population	Teneur en chlorophylle totale (mg/100mg de MF)											
	0mM		17mM		34Mm		51mM		68mM		85mM	
MAZ	6.14	±	5.00	±	4.55	±	4.14	±	4.26	±	3.84	±
	0.58		0.07		0.19		0.14		0.16		0.11	
	B		D		EF		FG		F		G	
KHM	6.87	±	5.57	±	4.84±0.18		4.29 ±0.08		3.78	±	3.06	±
	0.39		0.17						0.08		0.20	
	A		C		DE		F		G		H	

❖ Effet : salinité× population

Une différence très hautement significative à été révélée par l'analyse de la variance pour les différents traitements. La teneur en chlorophylle des feuilles est inversement proportionnelle au degré de la salinité

Pour le milieu sans contrainte la population KHERMAM exprime une nette supériorité en chlorophylle par rapport la population MAAZA (une teneur de 6.14 mg/100mg de MF pour la population MAAZA qui se trouve dans le groupe B, et une teneur de 6.87 mg/100mg de MF qui se classe au groupe A). Cette supériorité reste en faveur de la population KHERMAM pour les premières concentrations salines (17,34 et 51Mm de NaCl). Dès que le milieu atteint la concentration maximale en NaCl (68mM), la population MAAZA enregistre des teneurs en chlorophylle meilleur celles enregistrées chez la population KHERMAM.

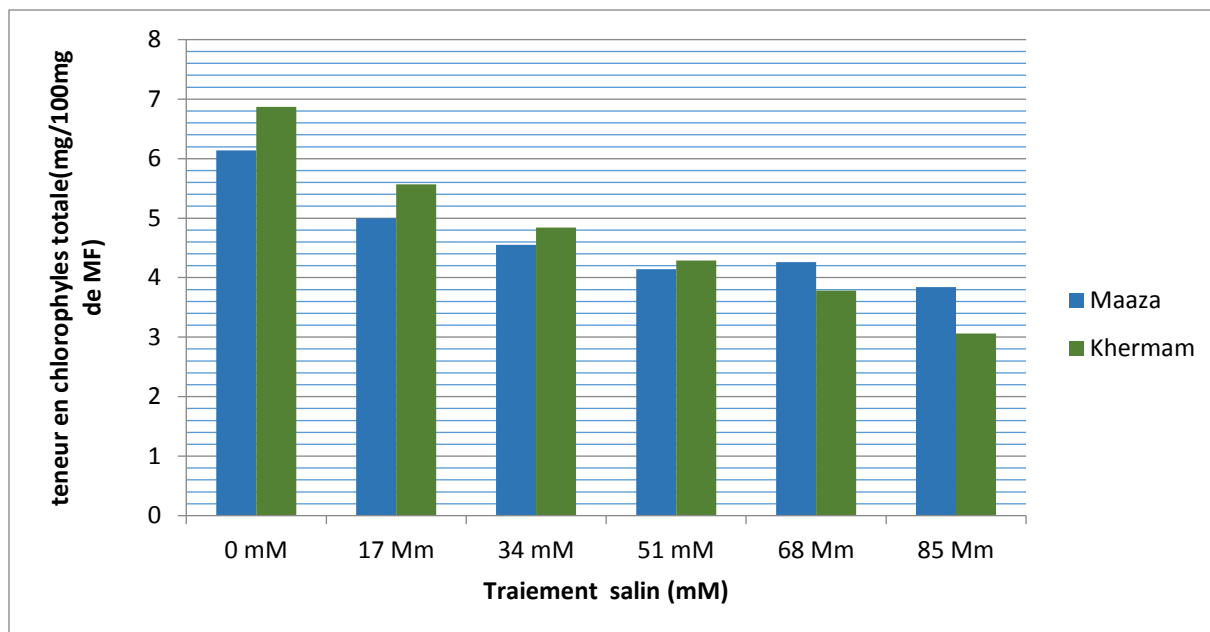


Figure IV.8 : Effet de salinité sur le teneur en chlorophylle chez les deux populations d'*Artemisia herba alba*.

❖ Discussion :

Nos résultats ont montré que le teneur en chlorophylle totale est très important au niveau de témoin et faible pour la concentration T5. nos résultat sont conformes à ceux obtenus par BELFAKIH et *al.*, (2013) qui ont montrés que les teneurs en chlorophylles sont plus importantes chez les témoins, comparativement à celles dosées chez les plantes traitées par le sel ; et aussi de ceux de RHIM et *al.*(2013), qui ont rapportés que les teneurs en chlorophylle a, chlorophylle b et totale ont été significativement réduite sous l'effet du stress salin.

L'effet de salinité sur la photosynthèse se manifeste essentiellement par la réduction de l'assimilation du CO₂, la conductance stomatique et le ralentissement de l'activité du transport des électrons du photosystème II. La réduction de la photosynthèse par la salinité est l'une des causes majeures de la réduction de la croissance et de la productivité végétale. Dans ce sens, les mesures de la photosynthèse sont souvent utilisées dans les études d'adaptations des plantes à différentes contraintes du milieu, telle que la salinité (FARISSI et *al.*, 2014). De même selon ZID ET BOUKHRIS (1977), le stress salin peut induire une diminution de l'assimilation de l'azote au niveau des feuilles, probablement bloqué par le sel, par conséquent une baisse des pigments chlorophylliens.

La chlorophylle serait ainsi en perpétuel équilibre entre synthèse et dégradation (JACOB et *al.* 1999). Réguler sa concentration, *via* la balance dégradation/synthèse, pourrait alors être un moyen pour les plantes de se protéger lors d'un stress.

La réduction des teneurs en chlorophylle, associée à l'augmentation de la résistance stomatique, va entraîner une diminution de l'activité photosynthétique (WALKER et *al.*, 1981 ; DOWNTON et *al.*, 1990). En effet, différents auteurs insistent sur le fait que la réduction de l'activité photosynthétique, suite à un stress environnemental, ne se manifeste pas de manière

directe mais principalement via la réduction de la conductance stomatique et/ou de la pression partielle de CO₂ intracellulaire (DOWNTON et *al.*, 1990).

IV.2.3. Effet de la salinité sur la teneur en Sodium des feuilles :

Les tableaux IV-19, IV-20 et IV-21 rassemblent les différents résultats de la teneur en sodium des feuilles. Ces résultats sont ensuite illustrés par l'histogramme figure IV-9. L'influence de la salinité sur le teneur en sodium des feuilles est révélée par l'analyse de la variance avec une différence très hautement significative (probabilité=0.0000) pour les effets simples (salinité, population), ainsi que pour l'effet interaction.

Tableau IV-22 : Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de la teneur en sodium des feuilles (effet traitement salin)

Traitement	Teneur en sodium des feuilles (meq/100mg de MS)					
	0mM	17mM	34Mm	51mM	68mM	85mM
	39.96 ± 2.11 D	49.90 ± 4.15 D	66.54 ± 5.34 C	78.11 ± 11.38 BC	86.07 ± 3.04 AB	99.63 ± 5.46 A

❖ Effet salinité

Les résultats de l'analyse de la variance indiquent une différence très hautement significative entre les différents traitements, les plantes stressées accumulent plus de sodium que les plantes non contraintes. Les plus fortes valeurs sont enregistrées chez le niveau de stress le plus intense pour une teneur de 99.63 meq/100mg de MS avec un taux d'augmentation de 149% par rapport au témoin.

Tableau IV-23: Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de la teneur en sodium des feuilles (effet population)

Population	Teneur en sodium feuilles (meq/100mg de MS)	
	MAAZA	KHARMAM
	119.82 ± 13.89 A	20.25 ± 1.21 B

❖ **Effet population**

L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative pour la teneur en sodium des feuilles entre les deux populations. La population MAAZA accumule des quantités 6 fois plus élevées que celles accumulées chez la population KHARMAM, pour des teneurs de 119.2 et 20.25 meq/100mg de MS respectivement.

Tableau IV-24: Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de la teneur en sodium des feuilles (effet traitement salin $\times$ population)

Population	Teneur en sodium feuilles (meq/100mg de MS)											
	0mM		17mM		34Mm		51mM		68mM		85mM	
MAZ	70.88	± 3.34	89.69	± 6.54	114.28	± 8.43	130.19	± 17.86	140.32	± 4.51	173.59	± 8.18
	D		D		C		BC		B		A	
	9.04	± 0.62	10.12	± 0.62	18.80±1.08		26.03 ±2.84		31.83	± 1.65	25.67	± 2.73
KHM	E		E		E		E		E		E	

❖ Effet : salinité× population

Les résultats de l'analyse de la variance montrent clairement une variabilité de la teneur en sodium entre les deux populations analysées.

Des fortes teneurs en sodium foliaire ont été enregistrées chez la population MAAZA, en revanche ces teneurs sont beaucoup moins importantes pour la population KHARMAM.

Pour la population MAAZA aucune modification significative n'a été induite par la première contrainte saline (17mM), dès que la concentration du milieu atteint les 34mM de NaCl une augmentation de 62% à été enregistré, puis au fur et mesure que le stress devient sévère les feuilles accumulent lus de sodium pour atteindre les plus fortes valeurs évaluées 173.59meq/100mg de MS.

Chez la population KHARMAM, la contrainte saline à faiblement modifiée la teneur en sodium des feuilles, mais ce changement reste statistiquement sans effet (tous les traitements sont affectés au même groupe homogène : groupe E).

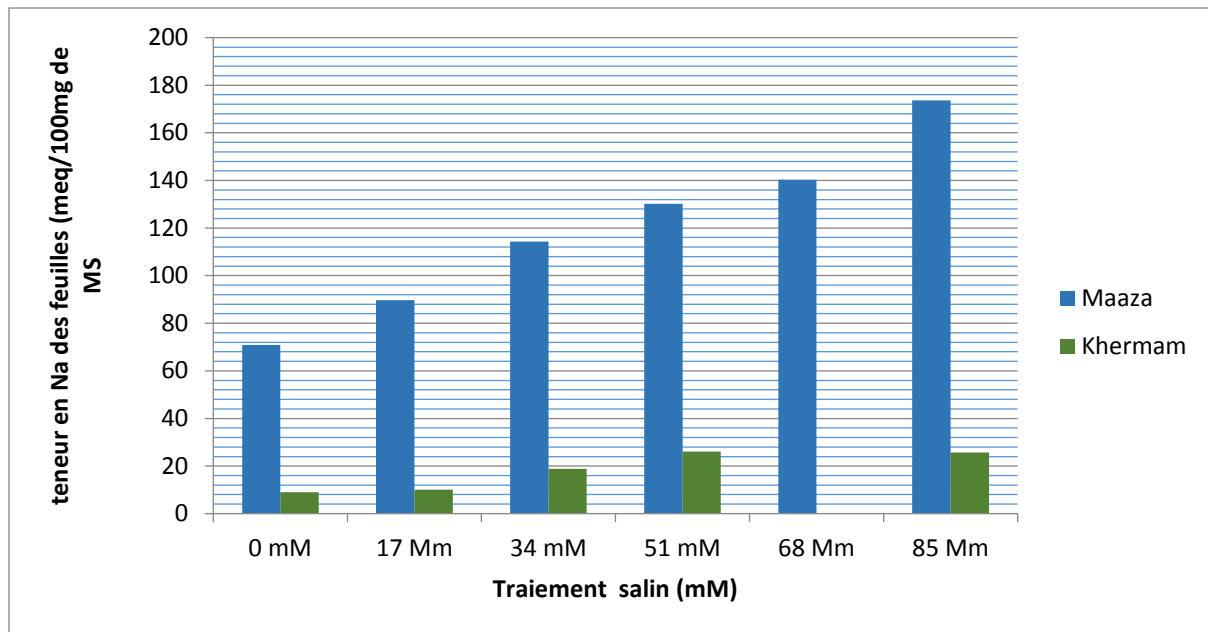


Figure IV.9 : effet de la salinité sur de la teneur de sodium dans les feuilles pour les deux populations MAAZA et KHERMAM.

❖ Discussion:

Le bilan minérale montre que le sodium s'accumule dans les feuilles chez les deux populations MAAZA; KHERMAM ; d'une façon croissante avec l'augmentation de la concentration en sel.

Nos résultats vont de pair avec ceux obtenus par WANG et *al.* (1997) qui ont obtenu, dans une étude traitant l'accumulation du Na^+ par l'*Armoise*, des valeurs croissantes avec des doses croissantes et respective de NaCl de 1,2 ,3,4 et 5 g/l dans l'eau d'arrosage. KERKENI et HANNACHI (2006), ont aussi des résultats concordant avec nos résultats et qui concernent un effet de stress modéré sur des cales et des plantes entières de pomme de terre. Ces auteurs ont rapporté que le taux du Na augmentait proportionnellement, dans les tissus, avec l'accroissement de la salinité du milieu, mais jusqu'à un seuil de 4g/l de NaCl .

D'après GREENWAY et MUNNS (1980), les plantes les plus résistantes sont celles qui évitent une absorption trop importante d'ions. Certaines glycophytes, comme le cotonnier ou l'orge, transportent et accumulent de grandes quantités de Na^+ dans leurs feuilles.

BARTELS et NELSON (1994), ont montrés une bonne capacité à accumuler des quantités massives de sodium dans les vacuoles des feuilles de l'*AtriplexhalimusL.* Cette séquestration des ions constitue le mécanisme fondamental par lequel cette halophyte ajuste le potentiel osmotique de leurs tissus internes pour la salinité externe.

Une étude faite sur *S. oleracea* montrée que l'accumulation de Na^+ au niveau des feuilles inhibe la conductance somatique et la photosynthèse et cause la diminution de la teneur des pigments chlorophylliens (DELFINE et *al.*, 1999).

En conditions de stress salin, l'armoise absorbe et transporte Na^+ dans ses organes aériens. Cette accumulation préférentielle de sodium au niveau de la partie aérienne de la plante, ou

comportement dit *inclu*, est une stratégie de tolérance qui implique nécessairement l'intervention d'un mécanisme de compartimentation vacuolaire du sodium.

Le sodium est toxique lorsqu'il est présent à de fortes concentrations au niveau du cytoplasme des cellules foliaires, car il inhibe les réactions enzymatiques, sauf s'il est compartimenté au niveau des vacuoles de ces cellules (BLUMWALD et *al.*, 2000).

IV.2.4. Effet de la salinité sur la teneur en sodium des racines :

Les variations de la teneur en sodium des racines des deux populations sont présentées dans les tableaux IV-21, IV-22 et IV-23 ; illustrées par l'histogramme IV-10.

L'analyse de la variance montre l'existence d'une différence très hautement significative pour les effets salinité et espèce ainsi que pour l'interaction de ces deux effets.

Tableau IV-25: Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de la teneur en sodium des racines (effet traitement salin)

Traitement	Teneur en sodium racines (meq/100mg de MS)					
	0mM	17mM	34mM	51mM	68mM	85mM
	28.75 ± 0.97	37.61 ± 2.31	34.15 ± 6.50	42.49 ± 1.85	52.62 ± 6.13	51.26 ± 11.48
	C	BC	BC	B	A	A

❖ Effet salinité :

La teneur des racines en sodium évolue dans le sens du stress, plus le milieu est riche en sodium plus les racines accumulent du sodium, les plus faibles teneurs sont exprimées chez les plantes témoins (28.5 meq/100mg de MS), alors que les plus fortes teneurs sont mesurées sur les plantes les plus stressés (52.62meq/100mg de MS).

Tableau IV-26: Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de la teneur en sodium des racines (effet population)

Population	Teneur en sodium racines (meq/100mg de MS)	
	MAAZA	KHARMAM
	66.47 ± 8.03	15.85 ± 0.8
	A	B

❖ Effet espèce

Les résultats de l'analyse de la variance pour l'effet espèce indiquent une variabilité importante entre les deux populations concernant la teneur en sodium des racines. La population MAAZA affiche une nette supériorité par rapport à la population KHERMAM évaluée à 319%.

Tableau IV-27: Moyennes et résultats de l'analyse de la variance de la teneur en sodium des racines (effet salinité× population)

Population	Teneur en sodium racines (meq/100mg de MS)									
	0mM		17mM		34Mm		51mM		68mM	
MAZ	48.82	± 1.08	58.95	± 3.48	54.93	± 0.10	69.43	± 2.86	85.71	± 9.86
	D		CD		D		BC		A	
KHM	8.67	± 1.08	16.27	± 1.06	13.38±0.62		15.55 ±1.69		19.52	± 1.08
	E		E		E		E		E	

❖ Effet : salinité × population

La salinité exerce un effet remarquable sur la teneur en sodium des racines, les racines de la population MAAZA accumulent plus de sodium que celles de la population KHARMAM. Pour le même niveau de salinité les teneurs enregistrées chez la population MAAZA dépassent largement celles enregistrées chez la population KHARMAM.

Chez la population MAAZA, une nette augmentation de la teneur en sodium s'affiche dès que le milieu est enrichi en sodium (17mM), puis les racines se chargent d'autant plus que le milieu est stressé pour atteindre les valeurs les plus élevées chez le traitement 85mM évalué à 80.82meq/100mg de MS, néanmoins chez la population KHERMAM des faibles variations ont été mesurées allant de 16.27 meq/100mg de MS à 21.69 meq/100mg de MS.

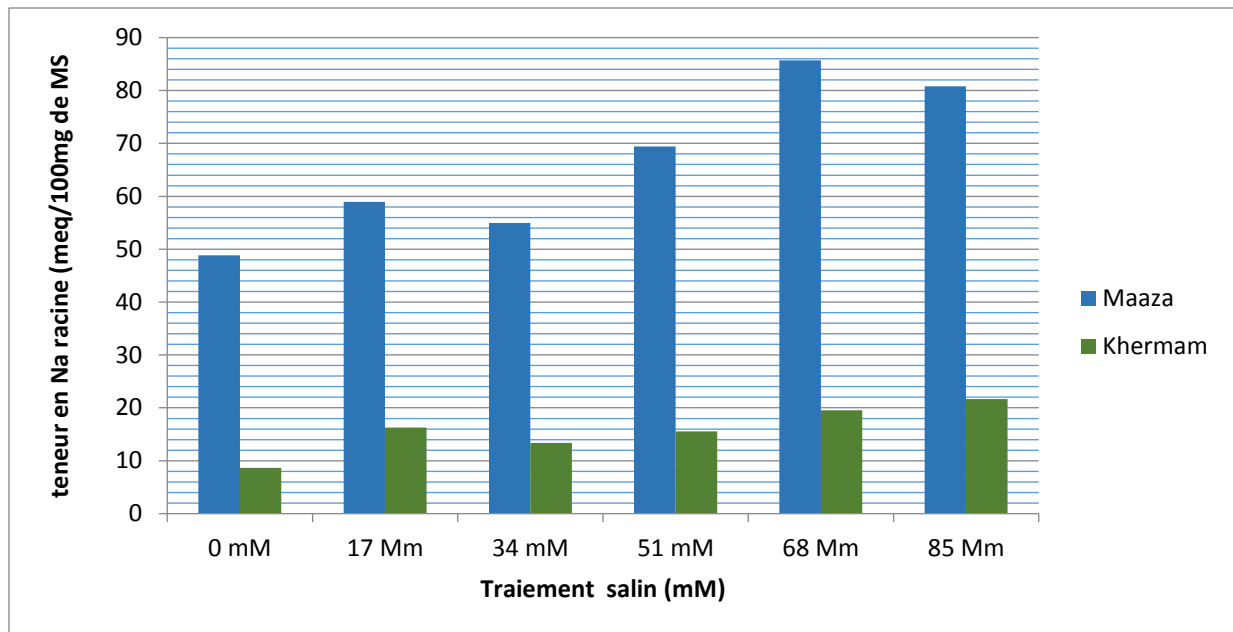


Figure IV.10: Effet de salinité sur le teneur en sodium des racines chez deux populations d'*Artemisia herba alba*

❖ Discussion :

TAL et *al.*, (1978) ; ARAHOU, (1986) et ULLAH et *al.*, (1994) qui ont rapporté une augmentation des teneurs en Na des feuilles de tomate en présence de sel. RUSH & EPSTEIN, (1981) et SCHACHTMAN & MUNNS, (1992), ont attribué l'aptitude des plantes à transporter les ions Na dans les feuilles avec la tolérance au sel. En outre, il a été montré que certaines plantes tolérantes accumulent ion Na dans les feuilles alors que chez les plantes sensibles comme l'haricot, le Na n'est pas ou peu transporté vers les feuilles et s'accumulent dans les racines (SLAMA, 1986).

GHOULAM e *tal.*, (2002) ont observés une augmentation du contenu en Na⁺ et de Cl⁻ dans les feuilles et les racines de *Beta vulgaris* à l'égard de l'augmentation de la concentration en NaCl dans le profil racinaire, le contenu des feuilles en K⁺ diminue en réponse, mais celui des racines n'est pas affecté.

La présence de l'ionsodium en grande quantité dans la plante est expliquée d'une part par son transport passif du sol vers les racines (Cheeseman, 1982) et d'autre part par sa diffusion dans le xylème par la voie apoplasmique (YEO et *al.*, 1987).

Conclusion :

En réponse à la salinité les végétaux simulent des changements significatifs que ce soit sur le plan intraspécifique ou sur le plan interspécifique permettant leur adaptation à ce milieu hostile.

Parmi ces végétaux, le genre *Artemisia*, renfermant des espèces caractérisant la steppe algérienne, ces espèces sont à multi-usage : fourrager, médicinale, et à intérêts écologiques. Toutes ses caractéristiques font de ce genre un ensemble d'espèces intéressantes pour le développement des zones arides et semi arides.

C'est dans ce contexte que nous avons réalisé ce travail, dans ce travail deux volets ont été traités : le premier volet concerne la variabilité interspécifique de quelques paramètres de croissance (poids frais total, taux de germination, la longueur de la partie aérienne et racinaire, le nombre de feuilles) en *in vitro* chez deux espèces du genre *Artemisia* à savoir : l'*Artemisia Herba alba* et l'*Artemisia Campestris*, le deuxième volet concerne la variabilité interspécifiques chez deux populations d'*Artemisia herba alba* traitant quelques paramètres physiologiques et biochimiques (la teneur en chlorophylle, l'accumulation des sucres totaux, la teneur en sodium foliaire et racinaire).

Pour le premier volet, les résultats de la germination montre un effet dépressif de la salinité sur ce paramètre pour les deux espèces (*Artemisia Herba alba* et *Artemisia Campestris*), il faut signaler que des baisses plus importantes ont été enregistrées chez l'armoise rouge (*Artemisia Campestris*) par rapport à l'armoise blanche, dépassant les 95% chez l'*Artemisia Campestris* contre 88% chez l'*Artemisia Herba alba* pour le stress le plus sévère.

Un comportement meilleur du poids frais total a été révélé chez l'armoise blanche avec une stimulation de la croissance à 17mM de NaCl alors que cette concentration a fait diminué la poids frais de 59% chez l'armoise rouge ; dès que le niveau atteint les 69mM de NaCl les deux espèces produisent le même poids frais total.

Une amélioration de la croissance racinaire a été enregistrée chez les deux espèces analysées, néanmoins les niveaux de salinité induisant cette stimulation diffère d'une espèce à l'autre, chez l'*Artemisia herba alba* cette stimulation est obtenue à 34mM de NaCl, alors qu'elle se produise à 51mM de NaCl chez l'*Artemisia Campestris* pour des taux d'augmentation évalués à 167% et 96% chez l'armoise blanche et l'armoise rouge respectivement ; au-delà de ces concentration la croissance racinaire baisse pour des valeurs supérieures au témoins.

La salinité agit négativement sur la croissance de la partie aérienne des deux espèces analysées, chez l'*Artemisia Campestris* aucun changement dans la croissance de la tige n'a été induit par le niveau 17mM, alors que chez l'*Artemisia Herba alba* cette concentration stimule la croissance aérienne de 72 % par rapport au témoin, cette stimulation est enregistrée à 34mM de NaCl chez l'armoise rouge, des valeurs meilleurs ont été prélevées sur l'armoise rouge par rapport à l'armoise pour ce paramètre.

Le nombre de feuilles diminue avec le degré de la salinité pour les deux espèces analysées, cette diminution s'annonce à 17mM chez l'armoise blanche, alors qu'il reste inchangé chez l'armoise rouge ; à partir de 68mM de NaCl le nombre de feuilles diminue d'une manière remarquable avec des taux de diminution de 58% et 43% chez l'armoise blanche et l'armoise rouge respectivement.

Pour le deuxième volet traitant la variabilité intraspécifique de réponse à la salinité chez deux populations d'armoise blanche, la teneur en chlorophylle des feuilles est inversement proportionnelle au degré du stress appliqué, ceci est valable pour les deux populations. Pour les premiers niveaux de salinité la population KHARMAM enregistre les teneurs les plus importantes, mais dès que le niveau de salinité atteint les 68mM de NaCl cette supériorité se déplace en faveur de la population MAAZA pour des teneurs les plus faibles évaluées à 3.84 et 3.06 meq/100mg de MS chez la population MAAZA et KHARMAM respectivement.

L'accumulation des sucres est d'autant plus importante que le stress est sévère, néanmoins les teneurs en sucres enregistrées sur la population MAAZA dépassent largement celles enregistrées chez la population KHARMAM, avec des taux d'augmentation de 560% chez la population MAAZA, alors qu'il n'est que de 137% chez la population KHARMAM.

Pour la teneur en sodium des feuilles des modifications considérables ont été enregistrées chez la population MAAZA dépassant les 170meq/100mg de MS, en revanche chez la population KHERMAM ces teneurs varient dans des faibles limites et qui ne dépassent pas les 32 meq/100mg de MS. Les variations de la teneur en sodium des racines suivent celles des feuilles, des fortes teneurs en sodium racinaires chez la population MAAZA dépassant les 80meq/100mg de MS, cette accumulation s'observe dès la première contrainte saline (17mM) pour des teneurs qui dépassent les 80meq/100mg de MS. Chez la population KHARMAM les variations en sodium racinaire restent statistiquement insignifiantes.

En conclusion on peut dire que l'exploration de la variabilité intra et/ou interspécifique est un outil de choix pour approfondir nos connaissances sur la réaction des ces espèces vis-à-vis de la salinité, ainsi il permet une sélection efficace du matériel végétal adapté à la contrainte saline

Pour cerner mieux le comportement de ces espèces vis-à-vis de la salinité il faudrait :

- Elargir les essais sur d'autres espèces et d'autres populations du genre *Artemisia*
- Travailler sur d'autres osmoticum pour connaître la stratégie osmotique impliquée dans la tolérance à la salinité
- Décrire d'autres paramètres liés aux systèmes antioxydants et dans la cinétique des ions
- Déterminer les modifications génétiques au niveau cellulaire par l'identification des gènes responsables dans la tolérance à la salinité.

Bibliographies:

- ABBAD A., EL HADRAMI A., EL HADRAMI I., BENCHAAABANE A., 2004**-*Atriplexhalimus* (Chénopodiaceae): A halophytic species for restoration and rehabilitation of saline degraded lands. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, Vol. 7, No. 6: 1085- 1093.
- ADAMS P., THOMAS J.C., VERNON D.M, BONHERT H.J., JENSEN R.G., 1992**-Distinct cellular and organismic responses to salt stress. *Plant. Cell. Phys.*33: 1215-1223
- AHMED, A.A., ABOU EL-ELA, M., JAKUPOVIC, J., SEIF EL-DIN, A.A., SABRI, N. PHYTOCHEMISTRY (1990)**, 29, 3661–3663.
- **AIDOUD.A:** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud 3ème cycle, univ, sci, tech, Houari Boumédiène, Alger, 1983.
- **AIDOUD. A, 1989.** Les écosystèmes armoise blanche (*artémisia herba alba* Asso). II: phytomasse et productivité primaire. *Biocénoses*, 1-2: 70-90p.
- **AKROUT A., CHEMLI R.C., CHRIEF., AND HAMMAMI M. (2001).** Analysis of the essential oil of *Artemisia campestris* L. *J. Flavour Fragr.* 16: 337–339.
- AKROUT A., GONZALEZ L.A., EL JANI H.J., AND MADRID P.C. (2011).** Antioxidant and antitumor activities of *Artemisia*.
- ALARCON J.J., SANCHEZ-BLANCO M.J., BOLARIN M.J., TORRECILLAS A., 1994**-Growth and osmotic adjustment of two tomato cultivars during and after saline stress. *Plant Soil*, Vol. 66: 75- 82.
- ALAZZEH A., Y., ABU-ZANAT., 2004**-impact of feeding saltbush (*Atriplexhalimus* L.) on some mineral concentration in the blood serum of lactating AWASSI ewes-Small ruminant Research 54 :81-88.
- 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.
- ALLAKHVERDIEV SI, SAKAMOTO A, NISHIYAMA Y, MURATA N.** Inactivation of photosystems I and II in response to osmotic stress in *Synechococcus*: contribution of water channels. *Plant Physiol.* 2000; 122:1201–1208.
- AL-WAILI N S, 1986.** Treatment of diabetes mellitus by *Artemisia herba alba* extract: preliminary study. *Clin Exp Pharmacol physiol.* 1986. JUL; 13(7): 569-73.
- ANDRES F. CIBILS DAVID M. SWIFT E. DURANT MCARTHUR, 1998** – Plant Herbivore Interactions in *Atriplex* : Current State of Knowledge United States Department of Agriculture Forest Service Rocky Mountain Research Station General Technical Report RMRS-GTR-14August 1998
- ANIYA Y., SHIMABUKURO M., SHIMOJI M., KOHATSU M., GYAMFI M.A., AND MIYAGI C. (2000).** Antioxidant and hepatoprotective actions of the medicinal herb *Artemisia campestris* from the Okinawa Islands. *J. Biol. Pharm. Bull.* 23 (3):309–312.
- ARAHOU M., 1986.** Contribution à l'étude de l'interaction kinétine-NaCl Sur certains aspects physiologiques chez la tomate: *Lycopersicon esculentum* (Mill). D.E.S., Université MohammedV, 107p
- ARBAOUI M., BENKHELIF M., BELKHODJA M., 1999**- Réponses physiologiques de quelques variétés de blé dur à la salinité au stade juvénile. *CIHEAM - Options Méditerranéennes*, pp. 167.

- ASHRAF.M., 2004**-Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora Review*. V199, p 361-376.
- ASHRAF M, FOOLAD MR. 2007**. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Exp. Bot.*59(2): 206-216.
- ASLOUM H., 1990**- Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicon esculentum* L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis : 24- 32.
- **AUBERT.G., 1980** : Observations sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols dits (salés) ou salsodiques. *Cahier d. ORSTOM, série. Pédologie*, XX, 1, pp. 73 -78.
- AUBERT G., 1982**- les sols sodiques en Afrique du nord .*Cahier O.R.S.T.O.M .Service Pédologie* : 194.
- AUBERT, G. 1983**: Observation sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols salés ou salsodiques. *Cah. ORSTOM Ser. Péd.*, Vol. XX N°1, pp73-78.
- AZEVEDONETO A.D., PRICO J.T., ENEAS-FILHO J., BRAGA DE ABREU C.E., GOMES-FILHO E. (2006)**: Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt-tolerant and salt-sensitive maize genotypes. *Environ. Exp. Bot.*, 56: 235–241.
- AZEDEVO NAD., PRISCO J.T., ENEAS- FIINO J., 2004**- Effects of salt stress on plant growth stomatal response and solute accumulation of different maize genotype. *Bmz. J. Plant Physiol.* 16:1,31-38.
- BAIZE D., 2000**- Guide des analyses en pédologie. 2ème édition. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris : 206- 207.
- BAIZE D., 2000** : Guide des analyses en pédologie. INRA Paris pp 205 – 213.
- BARTELS D. AND NELSON D. (1994)**. Approaches to improve stress tolerance using molecular genetics. *Plant Cell Environ* 17: 659–667.
- BARTELS, D., AND SUNKAR, R. 2005**. Drought and salt tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* 24(1) : 23–58.
- **BEATTY KD, EHLIG CF.1993**.A technique for testing and selecting for tolerance in sugar beet. *J.Am.Soc.Sugar Beet Technol.*17:295-299.
- **BENJUMEA, D., ABDALA, S., HERNANDEZ-LUIS, F., PE´REZ-PAZ, P., MARTIN-HERRERA, D. J.** *Ethnopharmacol.* (2005), 100, 205–209.
- BELDJOUDI Z., ET DAOUD Y., 2002**- Conséquence de la salinité sur l'antagonisme Na⁺/K⁺ chez six cultivars de blé dur. IIIème Journées scientifiques sur le blé. 11-12-1 Février G.B.B.V.-D.S.N.V.- I.T.G.C., Univ. Mentouri, Constantine: 98-99. 47.
- BELFAKIH M, IBRIZ M, ZOUAHRI A, HILALI S. 2013**. Effet de la salinité sur la croissance des deux variétés de bananier « grande naine » et « petite naine » et leur nutrition minérale au Maroc. *J. Appl. Bios.*, 63: 4689 – 4702.
- BELKHEIRI O.,2008**-Adaptabilité des espèces du genre *Atriplex* aux conditions de salinité et d'aridité, Tesi di Dottorato in Agrometeorologia ed Ecofisiologia dei Sistemi Agrari e Forestali, Università di Sassari p 42.

- BELKHODJA M., BIDAI Y., 2004-** Réponse des graines d'*Atriplexhalimus* L à la salinité au stade de la germination .Sécheresse, Vol.15 N°4 :331-335.
- BENDJILALI. B, RICHARD. H.,** Etude de quelques peuplements d'armoise blanche du Maroc. *Artemisia herba alba*, Rivista Italiana E.P.P.O.S, LXII, (2)-69-74, 1980.
- BENDJILALI. B, RICHARD. H; LIDDLE.P:** chémotypes d'armoise blanche du Maroc, congrès international de la société italienne de phyto-chimie, 131-151, 1984.
- BENMAHIOUL B., DAGUIN F., et KAID-HARCHE M., 2009.**Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (*Pistacia vera* L.).C. R. Biologies, 332 :164-170.
- BEN MILED D., BOUSSAID M., ABDELKEFI A. ET CHERIF A. 1986.**Tolérance au sel d'espèces annuelles du genre *Medicago* au cours de la germination. Colloque sur les végétaux en milieu aride. Faculté des sciences de Tunis, Agence de coopération culturelle et technique (eds.). Jerba, Tunisie, Septembre1986. 586-593.
- BEN SASSI A., HARZALLAH-SKHIRI F., AND AOUNI1 M. (2007).** Investigation of some medicinal plants from Tunisia for antimicrobial activities.J. Pharmaco. Bio. 45 (5): 421–428.
- 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.
- BLUMWALD E., 2000.** Sodium transport and salt tolerance in plants. *Curr. Opin. Cell Biol.*, 12, 431-434.
- Blumwald E., Aharon G.S. & Apse M.P., 2000.** Sodium transport in plant cells. *Biochim. Biophys. Acta*, 1465, 140-151.
- BOUAOUINA, S., ZID, E. ET HAJJI, M. (2000)-** Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticumturgidum* L.) .CIHEAM – Options Méditerranéennes. pp.-2.
- BOUCHOUKH I., 2010-** Comportement écophysiolgique de deux Chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin .p 16- 29- 6 -35.
- BOUDA S., HADDIOUI A -** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. Revue « nature & technologie ». N° 05/juin 2011. P 72 à 79 .
- BOULLARD B., 2001-PLANT MEDICINALES DU MONDE-Croyances et Réalités.**Ed ESTEM, Paris.645.
- Bouraoui N., C. Grignon, E. Zid,** Effet de NaCl sur la croissanceet la respiration racinaire du tritcale (X-Triticosecale Wittmack),Cah. Agri. 7 (1998) 372–376.
- BOUTEKJENET. C:** Contribution à l'étude chimique d'artémisia herba alba, projet de fin d'étude en g énie chimique. Ecole nationale polytechnique Alger, 1987.
- BOUZID S., 2010-** Étude de l'effet de la salinité et de la présence du molybdène sur le comportement écophysiolgique de deux variétés de plantes de l'espèce *Phaseolusvulgaris*L Thèse magister, UnivMentouri Constantine. P 6 -9-4.

- BRUGNOLI, E., BJÖRKMAN, O. (1992)** Chloroplast movements in leaves: influence on chlorophyll fluorescence and measurements of light-induced absorbance changes related to ΔpH and zeaxanthin formation. *Photosynth. Res.*, in press
- **BRUNETON, J. (1999)**. Pharmacognosie, Phytochimie – Plantes médicinales – 3ème Ed Techniques et documentations. Paris. pp: 227-310-312-313-314.494.
- **CARATINI R. (1971)**. Bordsencyclopedie.Ed Bodas.Belgique.23: 137-195 Chaudhry P.S., Cabrera J., Juliani H.R., and Varma S.D. (1983). Inhibition of human lens aldose reductase by flavonoids, sulindac and indomethacin. *Biochem. Pharmacol.* 32: 1995.
- **CELLES. J. C** - Biologie et écologie végétales des régions arides univ de Nice.1980, 1-20.
- CHAMAYOU.H., LEGROS., JP., 1989** : Les bases chimiques, physiques et minéralogiques de la science du sol, Ed presse universitaires; Paris, pp 223- 225.
- CHEESEMAN J 1982**. Pump-leak sodium fluxes in low salt corn roots. *J Membr Biol* 70: 157-164.
- CHEIKH H, HAMED R, ABDDELLAOUI K, KADRI M., BEN NACEUR S, BEL HADJ, 2008**.Évaluation de la tolérance au stress salin de quelque accession d'orge (*Hordeum vulgare* L.) Cultivées en Tunisie : Sciences & Technologie ; n°28, pp. 30 -37.
- **CHINNUSAMY V , 2004**: Molecular genetics perspectives on cross-talk and specificity in abiotic stress signalling in plants. *J of Experimental Botany*.pp225-236.
- CHUNYANG H., KAŖOYUN W. (2003)**. Differences in drought microtheca F.meullpopulations. University of Helsinki. Finland. Forest ecology and management; 179: 377-385.
- DANIEL G.O, LOREN S. J., 2005-** plant guide fourwing saltbush L'Atriplexcanescens (Pursh) Nutt. Plant Materials Program : 1-4 .
- **DARIAS, V., BRAVO, L., BARQUI'N, E., MARTI'N-HERRERA, D., FRAILE, C. J.** *Ethnopharmacol.* (1986), 15, 169–193.
- **DAVID A., HERVÉ M. (1994)**. Flore de la suisse. Ed Du Griffon Neuchâtel. Suisse. 428p.
- DEBEZ A., CHAIBI W., BOUZID S., 2001-** Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'Atriplexhalimus L. Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones/Agricultures, Vol. 10, No. 2 : 135- 138.
- DELFINE, S., ALVINO, A., VILLANI, M. C. ET LORETO, F. (1999)** Restrictions to carbon dioxide conductance and photosynthesis in spinach leaves recovering from salt stress. Université de Rome, Italie. *Plant physiology*. Vol. 119, no3, pp. 1101-1106.
- DEMIRAL T., TŖRKAN I. (2004)**: Comparative lipid per- oxidation, antioxidant defence systems and proline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance. *Environ. Exp. Bot.*, 53: 247–257.
- DERAISSAC, M., 1992**. Mécanismes d'adaptation à la sécheresse et maintien de la productivité des plantes cultivées. *Agr .Tropi.*46, 1.
- **DJAMEL. R., 1993** : Contribution a l'étude de la salinité des sols et eaux du lac FETZARA. ANNABA. Thèse Magistère INA Alger.

- **DOB T., DAHMANE D., BERRAMDANET., AND CHELGHOUM C. (2005).** Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia campestris* L. from Algeria. *J. Pharm. Bio.* 43(6): 512–514.
- **DONROP A.M., DAY N.P. (2007).** The treatment of severe malaria. *Trans. R. Soc. Trop. Med.*
- **DOUAOUI, A. ET HARTANI, T., 2008-** Impact de l'irrigation par les eaux souterraines sur la dégradation des sols de la plaine du Bas-Chellif. *Scientific commons*. Vol. 2, no3, p. 9.
- **DOWNTON W.J.S., LOVEYS B.R. & GRANT W.J.R., 1990.** Salinity effects on the stomatal behaviour of grapevine. *New Phytol.*, **116**, 499-503.
- **DUBOS C., 2001-** Réponse moléculaire de jeunes plants de pin maritime soumis à un stress hydrique en milieu hydroponique. Thèse de doctorat en biologie Forestière, Université Henri Poincaré. Nancy I (France) : 54- 55.
- **DUCHAUFFOUR.P., 1983-** Pédologie 1 : .pédogénèse et classification. Ed Masson. pp. 468-470. Estimating data quality, *Near Surface Geophysics*, 2005, 3, 187 -194.
- **DUTUIT P., 1999-** étude de la diversité biologique de l'*Atriplexhalimus* pour le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants à des conditions extrêmes de milieu et constitution de clones. Univ. Paris –Sud. P138.
- **DUTUIT ., POURRAT Y., DODEMAN V.LV., 1991 -** Stratégie d'implantation d'un système d'espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. AUPELPUREF. John LibbeyEurotext. Paris 1991, pp. 6.5-73. 48.
- **EL-IKLIL Y, KARROU M, MRABET R, BENICHOU M, 2002.** Effet du stress salin sur la variation de certains métabolites chez *Lycopersicum esculentum* et *Lycopersicum sheesm Eanii*. *Canadian Journal of Plant Science*, 2002, vol 82n°, pp. 177-183.
- **El Mekkaoui M., 1987.-** Contribution à l'étude de la tolérance à la salinité chez le blé dur (*Triticumdurum*Desf.) et l'orge (*Hordeumvulgare* L.). Diplôme de DEA, Montpellier, p.
- **El-Massry, K.F., El-Ghorab, A.H., Farouk, A. Food Chem. (2002),** 79, 331–336.
- **Epstein, E., J.D. Norlyn, D.W. Rush, R.W. Kingsbury, D.W. Kelley, G.A. Cunningham and A.F.Wrona, 1980.** Saline culture of crops: A genetic approach. *Science*, 210: 399–404.
- **ESSAFI N.E., MOUNSIF M., ABOUSALIM A. H., BENDAOU M., BRHADDA N., 2007-** Effets du stress hydrique sur la valeur nutritive d'*Atriplexhalimus* L. *Sécheresse*, 18 (2): 123-128 .
- **Euro plus Med.**
- **Evenari M., Schulze ED., Lange OL., Kappen L., Buschbom U.,** Long-term effects of drought on wild land cultivated plants in the Negev desert I Maximal rates of net photosynthesis. *Oecologia (Berl.)* (1980) 45 (1): 11-18.
- **FAO. 2005:** Utilisation des engrais par culture en Algérie. FAO Rome, 61 p.
- **FARISSI M., FAGHIRE M, BOUIZGAREN A., BARGAZ A., MAKOUDI B., GHOULAM C. 2014.** Growth, nutrients concentrations and enzymes involved in plants nutrition of alfalfa populations under saline conditions. *J Agr Sci Tech* 16:301-314.

- FATHI R.A., PRAT D., 1989.** Effects of saline stress on Eucalyptus seedlings, Ann. Sci. For. 46, 376–378.
- FENARDJI. F, KLUR. M, FOURLON.C; FERNANDO.R; 1974,** white Artemisia. RevElev. Med. Vet. Pays. Trop.; 27(2): 203-6.
- FLANAGAN L.B. & JEFFERIES R.L., 1989.** Effect of increased salinity of carbon dioxide assimilation, oxygen evolution and the isotopic ratio values of leaves of *Plantago maritima* L. developed at low and high sodium chloride. *Planta*, **178**, 377-384.
- Floret CH., Pontannier R. R.,** L'aridité en Tunisie présaharienne, climat, sol, végétation et aménagement. Trav. Docum. ORSTOM (1982) 155: 544.
- FLOWERS T.J., FLOWERS S.A. (2005):** Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? Agricultural Water Management, 78: 15–24.
- FLOWERS TJ., HAJIBAGHERI MA., CLIPSON NJW; 1986-** Halophytes. The Quarterly Review of Biology 61, 313–337. doi:10.1086/415032.
- FLOWERS TJ., TROKE PF., YEO AR 1977-** The mechanism of salt tolerance in halophytes. Annual Review of Plant Physiology 28, 89–121. doi:10.1146/annurev.pp.28.060177.000513
- Francis Joannès, 2001.** Dictionnaire de la civilisation mésopotamienne. Ed Robert Laffont ISBN2-221-09 207-4.
- FRANCLET A., LE HOUEROU HN., 1971-** Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord. Rome: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture: 249- 271.
- FRIEDMAN. J, YANIZ. Z, DAGNI. A, PALE WITCH. D, 1986.** A preliminary classification of the healing potential and medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the negev desert, Israel. J. Ethnopharmacol. Jun; 16 (2-3): 275-87.
- GAUCHER F., BURDIN S., 1974-** Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés. Paris : PUF ; 234 p.
- Geigenberger P, Reimholz R, Geiger M, Merlo L, Canale V, Stitt M.** Regulation of sucrose and starch metabolism in potato tubers in response to short-term water deficit. *Planta*. 1997;201:502–518.
- GHARABI Z. SAND RL ., 2008-**Artemisia herba alba asso. A guide to Medicinal Plants in North Africa :49-49.
- GHASSEMI. F., JAKE MAN A.J and NIX. H.A., 1995 :** Stalinization of land and water resources. Human causes, extent, management and case studies Australia – Center for resources and Environmental studies. 520p.
- GHOULAM C., FOURSY A. AND FARES K., 2002-** Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environ. Exp. Bot. 47, 39-50.
- GHRIB C.D., KCHAOU R., GHARBI F., REJEB S., KHOUDJA L., NEJIB REJEB M.,** Euro. Journals Publishing, Inc. 50 (2011) 208.
- GOMES F.E; PRISCO J.T; CAMPOS F.A.P et FILHO E.J., 1983 –** Effects of NaCl salinity *in vivo* and *in vitro* ribonuclease activity of *Vigna unguiculata* cotyledons during

germination. *Plant Physiol.* 59, 183-188.

-GORHAM J, BRISTOL A, YOUNG EM, WYN JONES RG, KASHOUR G (1990) Salt tolerance in the Triticeae: K^+/Na^+ discrimination in barley. *J Exp Bot* 41 1095–1101.

-GORIS. A: Manuel de botanique, édition Vigot Frères, 1967.

GRATTAN S. R. and GRIEVE C. M., 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Sci. Hort.*, 78: 127-157.

-GREENWAY H., MUNNS R., 1980- Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol* 31, p. 149–190.

- Guardia, T., Juarez, A.O., Guerreiro, E., Guzmán, J.A., Pelzer, L., J. *Ethnopharmacol.* (2003), 88, 195–198.

-Hamrouni L, Hanana M, Abdelly C, Ghorbel A (2011). Exclusion du chlorure et inclusion du sodium: deux mécanismes concomitants de tolérance à la salinité chez la vigne sauvage *Vitis vinifera* subsp. *Sylvestris* (var. 'Sejnene'). *Biotechnol Agron Soc* 15: 387–400 (in French).

-Hamza M., 1982 adaptations physiologiques à la salinité des plantes cultivées *Bull.Soc.Ecophysiolo.* 7-2.169-184

- HAOUALA F., FERJANI H., BEN EL HADJ S., 2007 - Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na^+ , K^+ et Ca^{2+}) et du chlore (Cl^-) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 11 (3) ,235 - 244.

-HARE PD, CRESS WA, VAN STADEN J. 1998. Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. *Plant, Cell and, Environment* 21, 535–553.

-HASEGAWA P.M., BRESSAN ., R.A., ZHU, J.-K. AND BOHNERT, H.J., 2000- Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51, 463-499.

-HELLER R., 1981- physiologie végétale : Nutrition. 2ème édition, MASSON, Paris. .

-HELLER R., ESNAULT R., LANCE C., 1998- Physiologie végétale. Tome1. Nutrition. 6ème édition, DUNOD, Paris: 134- 135.

-Hernández JA, Talavera JM, Martínez-Gómez P, Dicenta F, Sevilla F. Response of antioxidant enzymes to plum pox virus in two apricot cultivars. *Physiol Plant.* 2001;111:313–321.

-Heywood, V.H., Humphries, C.J., 1977. Anthemideae – systematic review. In: Heywood, V.H., Harborne, J.B., Turner, B.L. (Eds.), *The Biology and Chemistry of the Compositae*, vol. 2. Academic Press, London/ New York/San Francisco, pp. 851–898.

-HIRECHE YA, 2006. Réponse de la luzerne (*Medicago sativa* L) au stress hydrique et à la profondeur de semis. Mémoire de Magister, Université Al Hady Lakhdar-Batna (Algérie), 83 p.

-HOUMANI M., 1997- Evolution des terres de parcours et le bilan fourrager en zones arides algériennes. *Actualité scientifique : biotechnologies, amélioration des plantes et sécurité alimentaire.* Collection Universités Francophones. Ed. ESTM, Paris, pp 175-176.

-HOPKINS W.G., 2003. Physiologie végétale. 2ème édition. De Boeck, Bruxelles:476p.

-HOPKIN W.G., 2003 – Physiologie végétale – traduction de la 2ed.américaine par serge rambour révision scientifique de Charles-Marie Evrard Boeck univ. Bruxelles .p 445-460 49.

- Hubac C., Guerrier D., Ferran J., 1969.** Résistance à la sécheresse du *Carex pachystylis* J. Gay, plante du désert du Neguev. *Oecol. Plant.*, 4, 325-346.
- HURABIELLE. M., MALSOT. M., PARIS. M.1981:** Contribution à l'étude chimique de deux huiles d'Artémisia : *Artémisia herba alba* asso et *Artémisia vulgaris* linnaeus; intérêt chimiotaxonomique, rivista italiana E.P.P.OS, LXIII (6), 296- 299,.
- IBRIZ M , THAMI ALAMI I , AMOTFI S, AL FAIZ C, RACHIDAI A, 2007.**Réponse de quelques écotypes marocains de luzerne (*Medicago sativa* L.) à différentes concentrations de chlorure de sodium. Congrès International de Biochimie. Marrakech, Maroc, 3-6 Mai 2004.
- ILDIKO. K ., GABOR.G., 2000-**Osmotic and salt stress induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. *Crop Sciences* .V40, p 482-487.
- IPNI.** The international plant name Index.
- IPTRID** (Programme International pour la Technologie et la Recherche en Irrigation et Drainage) 2006- Conférence électronique sur la salinisation: Extension de la salinisation et Stratégies de prévention et réhabilitation Du 6 Février au 6 Mars 2006.
- JABNOUNE M., 2008-** adaptation des plantes au stress Salin : caractérisation de la transporteur de sodium et potassium de la famille HKT chez le riz .Thèse doctorat, univ Montpellier II.
- JACOB-WILK D., HOLLAND D., GOLDSCHMIDT E. E., RIOV J., ET EYAL Y. (1999):** Chlorophyll breakdown by chlorophyllase: isolation and functional expression of the Chlase1 gene from ethylene-treated Citrus fruit and its regulation during development. *Plant Journal*. 20, 653-661.
- JENDOUBI S. (1997).** Contribution à la caractérisation physiologique et biochimique de parois racinaires.
- JERKOVIC J., MASTELIC M. MILOS., JUTEAU F., MASOTTI V AND VIANOJ. (2003).** Chemical variability of *Artemisia vulgaris* L. essential oils originated from the Mediterranean area of France and Croatia Flavour. *Fragr. J.* (18): 436–440.
- JOA O.M., VASCONCELOS.,ARTUR M.S.S AND JOSE A.S.C. (1998).** Chromones and flavones from *Artemisia campestris* Subsp Maritima. *Phytochemistry*. 49 (5): 1421-1424
- JUTEAU F., MASOTTI V., BESSIERE J-M., VIANO J. (2002).** Compositional characteristics of the essential oil of *Artemisia campestris* var. *glutinosa*. *Bioch. Syst. Ecol.* (30): 1065-1070.
- KABAR, K., 1986.** Alleviation of salinity stress by growth regulators on seed germination. *J. Plant Physiol* ; 128: 179-183.
- KACI S., BISSATI S. et DJERROUDI O ., 2012 -** Effet d'un stress salin sur la réponse minérale D'*atriplex canescens* (pursh) nutt .Université KasdiMerbah Ouargla. *Revue des BioRessources* .Vol 2 N 2 : 48-58.
- KAMELI, A. et LOSEL, D.M. (1995).** Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress. *J. Plant Physiol.*, 145 : 363-366.
- KAUR N., GUPTA A. K. (2005):** Signal transduction pathways under abiotic stress in plants. *Current Science*, Vol.88, N°11, pp.1771-1779.
- KEREN R., 2000.** Salinity. In: Sumner M.E. (Ed). *Handbook of Soil Science*. CRC Press, NY,USA, pp G3-G25.

- KERKENI, A. HANNACHI, C. 2006.** Réponse physiologique de deux types d'explants de deux variétés De pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) cultivées en présence de NaCl. *Ann. de l'INRAT* ; 79 : 27-43.
- KESSLER J.J., 1990-** Atriplex forage as a dry season supplementation feed for sheep in the montane plains of the Yemen Arab Republic. *Journal Arid Environment*, Tucson, Arizona, USA, Vol. 19: 225- 234.
- KHAN M. A., 2001** - Experimental assessment of salinity tolerance of *Ceriops tagal* seedlings and saplings from the Indus delta, Pakistan. *Aquat. Bot.*, 70: 259–268 Albany Western Australia.
- KHAN M. A., UNGAR I. A. and SHOWALTER A. M., 1999** - Effects of salinity on growth, ion content and osmotic relations in *Halopyrum mocoronatum* (L.) Stapf. *J. Plant Nutr.*, 22: 191–204.
- KHIREDDINE H., 2013-** Comprimés de poudre de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algérie.thèse Magistère : Technologie Alimentaire.WEPIERRE J. 1981- Abrégé de pharmacologie générale et moléculaire. Ed.Masson, Paris.203p.
- Kim, J.H., Kim, H.-K., Jeon, S.B., Son, K.-H., Kim, E.H., Kang, S.K., Sung, N.D., Kwon, B.-M.** *Tetrahedron Lett.* (2002), 43, 6205–6208.
- Kim, K.S., Lee, S., Lee, Y.S., Jung, S.H., Park, Y., Shin, K.H., Kim, B.-K.** *J. Ethnopharmacol.* (2003), 85, 69–72.
- Kordali, S., Kotan, R., Mavi, A., Cakir, A., Ala, A., Yildirim, A. J. Agric. Food. Chem. (2005), 53, 9452–9458.**
- KREIMER G., MELKONIAN M., HOLTUM J.A., LATZKO E., 1985:** Characterization of calcium fluxes across the envelope of intact spinach chloroplasts. *Planta.* 166, 515-523.
- KUIPER D, SCHUIT D. & KUIPER J.C., 1990.**Actual cytokinin concentrations in plant tissue as an indicator for salt resistance in cereal. *Plant Soil*, 123:243-245.
- KUNDAN S., AND ANUPAM S. (2010).** The Genus *Artemisia*: A Comprehensive Review. *J. Pharm. Biol.*pp:1-9.
- KYEONG W.Y., ANWAR M., AND JONG H.K. (2007).** Effects of the Aqueous Extract from *Artemisia campestris* ssp. *caudata* on Mycorrhizal Fungi Colonization and Growth of Sand Dune Grasses. *J. Plant. Biology.* 50 (3): 358-361.
- LECLERC J.C., 1999** – Ecophysiologie végétale – publications univ. Saint Etienne p 188-235.
- LE FLOCHE.** Biologie et écologie des principaux taxons dans “ Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisienne: I. Eléments de botanique et de phyto-écologie”. 1989 p.193.
- LE HOUEROU H.N., 1992-** The rôle of salt bushes (*Atriplex* spp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean basin. *Review Agroforestry Systems*, Vol. 18: 107-148.
- LEMEE G., 1978-** Précis d'écologie végétale. Masson, Paris : 131- 132.
- LEVITT, J., 1980.** Responses of Plants to environmental stresses. Vol. 1, Acad. Press, 496.
- LEVITT J., 1980** - Responses of Plant to Environmental Stress Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses, Academic Press, NewYork, 606p.

- LEVIGNERON A., LOPEZ F., VANSUYT G., BERTHOMIEU P, FOURCROY P. et FRANCINE C. D., 1995** - Les plantes face au stress salin. Cahiers agricultures, 4: 263-73.
- LEVINGNERON A, LOPEZ F, VANSUYT G, BERTHOMIEU P, POUREROY P, CASSE-DELBART F, 1995.** Les plantes face au stress salin. Cahier agricultures, vol n° 4, pp. 263-273.
- LIU G.F., LIU G.J., YANG C.P., WANG H.M., 1998.** The analysis of hormonal change and salt resistant ability of tree species under salt stress, J. Northeast For Univ. 26 ; 1–4.
- LUTTGE U., KLUGE M., BAUER G., 2002-** Botanique. 3ème édition, Tec et Doc Lavoisier, Paris: 439- 450.
- MAATOUGUI M.E.H., 2001.** Situation de la culture des fèves en Algérie et principales contraintes. Céréaliculture, numéro spécial fève. Ed. ACTES Rabat. pp 6-15.
- MAILLARD, J. (2001)-** Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001, 34 p.
- MARMOUD A., 2006.** Maîtrise de la salinité des sols. Cours physique du sol. 14P.
- MAAS E. V., 1996** - Plant response to soil salinity. In: 4th National Conference and Workshop on the Productive Use and Rehabilitation of Saline Land. Promaco conventions Pty Ltd, 25-30 March 1996.
- MELONI. D.A., OLIVA. M.A., RUIZ. H.A., MARTINEZ. C.A., 2001 :** Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. J. Plant Nutr. 24, 599-612.
- MEMMIA., Sansa G., Rjeibi I., El ayeb M., Srairi-Abid N., Bellasfer Z., and Fekhih A. (2007).** Use of medicinal plants against scorpionic and ophidian venoms. Arch. Inst. Pasteur. Tunis. 84 (1-4): 49-55.
- MERMOUD A., 2006** -Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.
- MESSAI L., 2011-**étude phytochimique d'une plante médicinale de l'est algérien (artemisia herba alba). thèse Doctorat : Chimie Organique. Constantine : université de Mentouri. 104p.
- MILLER L C., TAINTER M L., 1944-** Estimation of ED50 and its error by means of logarithmic.
- M.J. MEYER, M.A.L. SMITH, S.L. KNIGHT,** Salinity effects on St Augustine grass: A novel system to quantify stress response, J. Plant Nutr. 12 (1989) 893–908.
- MICHEL. CG et al., 2005:** Sols et environnement Dunod, Paris, Pp: 609; 612; 620.
- MIRJALILI. M.H., TABATABAEI S.M.F., HADIAN J., NEJAD S.E., AND SONBOLI. A. (2007).** Phenological Variation of the essential oil of Artemisia scoparia from Iran. J. Essent. Oil Res. 19 : 326–329.
- MIHAI, GH.I. et DINCU, I., 1976.** Influence des travaux d'amélioration des caractères des sols à excès de sels solubles. Ann., I.N.A. EL HARRACH, Vol.1, Alger, pp 195-215.
- MOULAY B ., BIDAI Y., 2004-** Réponse des graines d'Atriplex halimus L. à la salinité au stade de la germination / Sécheresse 2004 ; 15 (4) : 331-5

- **Mucciarelli M and Maffei M. (2002).** *Artemisia: Introduction to the Genus* Vol. 18 Ed Colin W.W. in Taylor & Francis. Ed. London and New York. pp: 10-16.
- **Mucciarelli M and Maffei M. (2002).** *Artemisia: Introduction to the Genus* Vol. 18 Ed Colin W.W. in Taylor & Francis. Ed. London and New York. pp: 10-16.
- **MULAS M., MULAS G., 2004** - potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. Université des études de Sassari groupe de recherche sur la désertification potentialités : 38 50.
- MUNNS R, 2002.** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment* 25, 239–250.
- MUNNS R, FISHER DB, TONNET ML. 1986.** Na⁺ and Cl⁻ transport in the phloem from leaves of NaCl-treated barley. *Australian Journal of Plant Physiology* 13: 757–766.
- MUNNS R., SCHACHTMAN D.P. and CONDON A.G. (1995)** - The significance of a two-phase growth response to salinity in wheat and barley. *Australian Journal of Plant Physiology* 22, 561–56.
- MUNNS, R., & TERMAAT, A. (1986).** Whole-Plant Responses to Salinity. *Functional Plant Biology*, 13(1), 143-160.
- **NABLI. MA. 1989.** Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes. Tome 1. Ed MAB (faculté des sciences de Tunis) : 186-188 p.
- NABIL M, COUDRET A (1995)** Effects of sodium chloride on growth, tissue elasticity and solute adjustment in two *Acacia nilotica* subspecies. *Physiologia Plantarum* 93:217–224.
- NAILI M.B., ALGHAZEER O.A., SALEH N.A., AL-NAJJAR A.Y. (2010).** Evaluation of antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia campestris* (Astraceae) and *Ziziphus lotus* (Rhamnaceae). *Arab. J. Chem.* 3: 79–84.
- NDEYE THIORO D., 2000-** Evaluation au champ et en, conditions de salinité des performances agromorphologiques et physiologiques de lignées de riz *Oryza sativa* L. cultivar 1 Kong Pao (IKP) sélectionnées in vitro en présence de sel. Thèse de doctorat de 3e cycle, Univ cheikh antadiop de dakar. P 2
- NEFZAOUI A. ET CHERMITI A., 1991-** Place et rôles des arbustes fourragers dans les parcours des zones arides et semi-arides de la Tunisie -Options Méditerranéennes – NO .16 : 119-125.
- NOIRAUD N, DELROT S, LEMOINE R (2000)** The sucrose transporter of celery. Identification and expression during salt stress. *Plant Physiol* 122 1447–1455.
- OSMOND C B, BJORKMAN O, ANDERSON DJ. (1980).** Physiological process in plant ecology. Toward a synthesis with *Atriplex*. In *Ecological studies*. 36, Springer-Verlag (Berlin), 468 p.
- OURCIVAL J. M.,** Réponse de deux chamaephytes de la Tunisie présaharienne à différentes contraintes et perturbations. Thèse Doc. USTL, Montpellier, (1992) :167.
- OUYABA A., 2010-** effet de stress salin sur la composition chimique de l'*Atriplex halimus* L. Thèse d'ingénieur, Univ.de KasdiMerbah, Ouargla .
- **OZENDA.P** : Flore du Sahara, 2ème éd CNRS, (France), 441pp,1985.

- PARENT C.,2008** : Formes réactives de l'oxygène, stress et mort cellulaire chez les plantes. C. R. Biologies pp 255-261. polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.
- PARIDA A.K., DAS A.B.,** Ecotoxicol. Environ. Saf. 60 (2005) 324.
- PARIDA A.K., DAS A.B. (2005):** Salt tolerance and salinity effect on plants: review. Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol.60, pp. 324.
- PATHAK, V. P. AND KHANNA, R. N.** phytochemistry, (1987), 26, 2103.
- PHELIPPE. D., 2001:** Introduction à la science du sol. Dunod, Paris, Pp: 263; 264; 265.
- POTTIER. G, 1981.** *Artémisia herba alba* Flore de Tunisie: angiospermes- dicotylédones gamopétales, 1012p.
- POUGET. M.** Les relations sol-végétation dans les steppes. Trav. Doct. De orstom, 1989, 556p.
- POURRAT.Y:** Propriétés éco-physiologiques associées à l'adaptation d'*artémisia herba alba*, plante d'intérêt pastoral au milieu désertique, thèse du 3ème cycle à l'université de Paris, 1974.
- PROKSCH P., HANSEL R., KELLER K., RIMPLER H .,SCHNEIDER G .,ANDHRSG., 1992-** *Artemisia*. In Hagers Handbuchder Pharmazeutischen Praxis.Springer- Verlag, Berlin, 357-377 p.
- QUENZEL. P., Santa S. -**Nouvelles flores d'Algérie et des régions désertiques méridionales . Tome II. Ed. CNRS Paris 1963, 1170p
- QUZEL P., SANTA S.,1962.-** Nouvelle flore de l'Algérie et de régions désertiques méridionales.Ed. C.N.R.S, Paris. 1165p.
- RAHMOUNE C., MAALEM S., BEN NACEUR M ., 2008** -Etude comparative de rendement en matière sèche et en matière azotée totale de trois espèces de plantes steppiques du genre *Atriplex* .Ecotoxicologie et Stress Abiotiques, Faculté des Sciences, Université Mentouri Constantine, Physiologie Végétale, INRAT, Tunis, Tunisie : 219.
- RAHMOUNE, C., MAALEM S., ET BEN NACEUR., M. 2004-**Effets comparés de la fertilisation phosphatée sur l'*Atriplex* cultivé en zone semi-aride du Nord-Est algérien. Plant Physiology. Vol. 3, n°4, pp. 213-217.
- RAHNAMA H., EBRAHIMZADEH H. (2005):** The effect of NaCl on antioxidant enzyme activitie.
- REDDYAR et al., 2004:** Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. J Plant Physiol p161-1189-1202.
- RHIM, J.W., WANG, L.F., HONG, S.I., 2013.** Preparation and Characterization of Agar/Silver Nanoparticles Composite Films with Antimicrobial Activity. Food Hydrocolloids 33, 327-335.
- Ribnicky, D.M., Poulev, A., Watford, M., Cefalu, W.T., Raskin, I.** phymed. (2005).
- ROBERT M., 1996.** Le sol : interface dans l'environnement ressource pour le développement .Ed. Masson. Paris. 244p.
- ROBINSON S.P., DOWNTON W.J.S. & LOVEYS B.R., 1989.** Stress effects on photosynthesis. In Proceedings of the 22th Yamada Conference, Plant water relations and growth under stress, Osaka. Tokyo : Yamada Science Foundation and My K.K., 109-116.

- ROMERO M.R.,** Efferth T., Serrano M.A., Castano B., Macias R.I., Briz O, and Marin J. (2005). Effect of artemisininartesanate as inhibitors of hepatitis B virus production in an “in vitro” system. *Antivir Res.* 68: 75-83.
- ROSAS M.R., 1989.** El genero *Atriplex* (Chenopodiaceae) en Chile. *Gayana Bot.*, 46 (1-2): 3-82.
- RUSH D.W. AND EPSTEIN E., 1981.** Comparative studies on sodium, potassium and chloride relations of a wild halophytic and a domestic salt-sensitive tomato species. *Plant Physiol.*, 68: 1308- 1313.
- SANTIAGO L.S., LAU T.S., MELCHER P.J., STEELE O.C., AND GOLDESTINEIN G., 2000-** Morphological and physiological responses of Hawaiian *Hibiscus tiliaceus* populations to light and salinity, *Int.J. Plant Sci.* 161: 99-106.
- SATTI S.M.E., LOPEZ M., FAHD.A.A., 1994-** Salinity induced changes in vegetative and reproductive growth in tomato commun. *Soil.Sci.Plant. Annal.* (25) 501-510.
- SCHACHTMAN D.P. AND MUNNS R., 1992.** Sodium accumulation in leaves of *Triticum* species that differ in salt tolerance. *Aust. J. plant Physiol.* 19: 331-340.
- SHARKEY T.D. & SEEMANN J.R., 1989.** Mild water stress effects on carbon-reduction-cycle intermediates, RuBP carboxylase activity, and spatial homogeneity of photosynthesis in leaves. *Plant Physiol.*, **89**, 1060-1065.
- SIAMA F., 1986.** Intervention des racines dans la sensibilité ou la tolérance à NaCl des plantes cultivées. *Agronomie*, 6 : 651-658.
- SAOUDI M., ALLAGUI M.S., Abdelmouleh A., Jamoussi K., and El Feki A. (2010).** Protective effects of aqueous extract of *Artemisia campestris* against puffer fish *Lagocephalus lagocephalus* extract-induced oxidative damage in rats. *Exp.Tox.Pathol.* 62: 601–605.
- SCHACHTMAN D.P. AND MUNNS R., 1992.** Sodium accumulation in leaves of *Triticum* species that differ in salt tolerance. *Aust. J. plant Physiol.* 19: 331-340.
- SEFI M., FETOUI H., MAKNI M., AND NAJIBA ZEGHAL N. (2010).** Mitigating effects of antioxidant properties of *Artemisia campestris* leaf extract on hyperlipidemia, advanced glycation end products and oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats. *J. Food. Chem.Toxicol.* 48: 1986–1993.
- SEGAL R., FEURSTEIN. I., DANIN. A:** chemotypes of *artemisia herba alba* in Israel based on their sesquiterpene lactone and essential oil constitution, *Biochemical systematics and Ecology*, 15,(4), 411-416, 1987.
- SEO, J.-M., KANG, H.-M., SON, K.-H., KIM, J.H., LEE, C.W., KIM, H.M., CHANG, S.-I., KWON, B.-M.** *Planta Med.* (2003), 69, 218–222.
- SERVANT (J.), SERVAT (E.), 1966.** - Introduction à l'étude des sols salés du littoral du Languedoc-Roussillon. *Annales Agronomiques* ~01.17, no 1 : 53-73.
- SETTOU., 2010-** effet de stress salin sur la composition chimique de l'*Atriplex canescens* Thèse d'ingénieur, Univ.de KasdiMerbah, Ouargla.
- SETZER, W.N., Vogler, B., Schmidt, J.M., Leahy, J.G., Rives, R.** *Fitoterapia* (2004), 75, 192– 200.

- **SLAMA F., 2004.** La salinité et la production végétale. Centre de publication universitaire, Tunis.163P.
- SMIRNOFF N.** Tansley Review No. 52. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. *New Phytol.* 1993;125:27–58.
- SNOUSSI S A., 2001.** Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérales des plantes cultivées. Thèse de Doctorat. Univ., Harrache. Alger. 152P.
- SNOUSSI S A., HALITIM A., 1998.** Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérales des plantes cultivées. *Etude et Gestion des sols*. PP 289-298.
- SONG J et al., 2005:** Strategies for Adaptation of Suaedaphysophora, Haloxylonammodendron and Haloxylonpersicum to a Saline Environment during Seed-Germination Stage. *Annals of Botany*.pp399-405.
- **STEWART C.R., 1979.-** Accumulation of amino acids and related compounds in relation to environmental stress. *Bioi. Plant*, 5, 609-635.
- TAL M., DEHAN K. AND HEIKIN H., 1978.** Salt tolerance in the wild relative of cultivated tomato. Responses of callus Tissue of *Lycopersicon esculentum*, *L. peruvianum* and *Solanum pennellii* to high salinity. *Z. pflanzenphysiol.* 86: 231-240 (Abstract).
- **TAN, R.X., ZHENG, W.F., TANG, H.Q.** *Planta Med.* (1998), 64, 295–302.
- THOMSON W. W., 1985** - Physiological Responses to Salt Stress. In: five year report, Ed. Kearney Foundation, 1-5.
- TSOATA E., 1995** – Effet de sel (NaCl) sur la germination de graines de légumineuses. *Cahiers agricultures*, 4: 207-209.
- **Valant-Vetschera K.M., Fischer R., and Wollenweber E. (2003).** Exudate flavonoids in species of *Artemisia* (Asteraceae-Anthemideae): new results and chemosystematic interpretation. *Biochem. Syst. Ecol.* 31: 487-498.
- ULLAH S.M., Gerzabek M.H. and Sonja G., 1994.** Effect of seawater and soil salinity on onion uptake, yield and quality of tomato (Fruit). *Bodenkultur.*, 45(3): 227-237.
- UNGAR, I.A., 1978.** Halophyte seed germination. *Bot Rev* ; 44 : 233-264.
- **VERNIN G., MERAD O., VERNIN G.M.F., ZAMKOTSIAN R.M. AND PARKANYI C. (1995).** GC-MS analysis of *Artemisia herba-alba* Asso essential oils from Algeria. *Dev. Food Sci.* 37A: 147-205.
- WALKER R.R., TOROKFALVY E., SCOTT N.S. & KRIEDEMANN P.E.,1981.** An analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera*. *Aust. J. Plant Physiol.*, 8, 359-374.
- WANG, L.W. SHOWALTER, A.M. AND UNGAR, I.A. 1997.** Effect of salinity on growth, ion content and cell wall chemistry in *Atriplex prostrata* (Chenopodiaceae). *American Journal of Botany* ; 84(9) : 1247-1255.
- **WEST D. W. and FRANCOIS L. E., 1982** - Effects of Salinity on Germination, Growth and Yield of Cowpea. *Irrig. Sci.*, 3:169-175.
- WYN JONES, R.G., 1981.** Salt tolerance. In: Johnson, C.B. (ed.), *Physiological Processes Limiting Plant Productivity*. pp. 271–91. Butterworth, London.

- XIONG L., ZHU J.K., 2002**- Salt tolerance, in: The Arabidopsis Book, American Society of Plant Biologists, pp.1–22.
- YEO, A.R. (1983)**. Salinity resistance: Physiology and prices. *Physiol. Plant.* 58, 214-222.
- YEO A.R., YEO M.E. & FLOWERS T.J. (1987)** The contribution of an apoplastic pathway to sodium uptake by rice roots in saline conditions. *Journal of Experimental Botany* **38**, 1141–1153.
- WINGLER.A., 2002**-The function of trehalose biosynthesis in plants; *photochemistry* 60: 437-440.
- YOSHIBA, Y., NANJO, T., MIURA, S., YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K., ANDSHINOZAKI, K. 1999**. Stress-responsive and developmental regulation of P5CS1 gene expression in *Arabidopsis thaliana*. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 261 : 766–772. doi:10.1006/bbrc.1999.1112. PMID:10441499.
- ZAHARAN HH, SPRENT JI. 1986**. Effects of sodium chloride and polyethylene glycol on root-hair infection and nodulation of *Vicia faba* L. plants by *Rhizobium leguminosarum*. *Planta*. 167, 303–309
- Zhu J.K., 2001**. Plant salt tolerance, *Trends Plant Sci.* 6 ; 66–71.
- ZHU, J.-K. (2002)**. Molecular and genetic aspects of osmotic stress responses in plants. *Plant, Cell Environ.* 25, 131-140.
- ZHU J.K., 2003**.- Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 6, 441-445.
- ZHU J.K., J. LIU & L. XIONG, 1998**.- Genetic analysis of salt tolerance in *Arabidopsis*: evidence for a critical role of potassium nutrition. *Plant Cell*, 10, 1181-1191.
- ZID E. & BOUKHRIS M., 1977**. Quelques aspects de la tolérance de l'*Atriplex halimus* au chlorure de sodium: Multiplication, croissance, composition minérale. *Oecologia Plantarum*, 12: 355–362.

LES ANNEXE

Annexe 1: dosage des sucres solubles

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

❖ Extraction

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

❖ Préparation du Réactif

Il est constitué de 0.2g d'anthrone pure dissout dans un 1 litre de H_2SO_4 . Préparé 4 heures avant le dosage et se garde au frais.

❖ Préparation la courbe étalon

- Une première solution S_1 est préparée de la manière suivante :
- 100mg de glucose sont portés dans une fiole jaugée de 100ml compléter à 100ml avec de l'éthanol 80% c'est la solution S_1
- Ensuite on prélève 10ml de la solution S_1 qu'on porte dans une fiole jaugée compléter à 100ml avec de l'éthanol 80%, on obtient une solution mère S_2 de concentration en glucose égale à 100mg/ml
- 10 fioles jaugées de capacité 10ml sont prises et numérotées de 1 à 10, dans lesquelles on met respectivement de 1ml à 10ml (à l'aide d'une pipette de 10ml) puis ajustées à 10ml avec de l'éthanol 80%
- 11 tubes à essais sont pris et numérotés de T0 à T10
- T0 contient 2ml éthanol 80% qui servira à faire le zéro lors de la lecture des densités optiques
 - T1= 2ml prélevé de la fiole n°1, soit 10µg de glucose
 - T2= 2ml prélevé de la fiole n°2, soit 20µg de glucose
 - T3= 2ml prélevé de la fiole n°3, soit 30µg de glucose
 - T4= 2ml prélevé de la fiole n°4, soit 40µg de glucose
 - T5= 2ml prélevé de la fiole n°5, soit 50µg de glucose
 - T6= 2ml prélevé de la fiole n°6, soit 60µg de glucose
 - T7= 2ml prélevé de la fiole n°7, soit 70µg de glucose

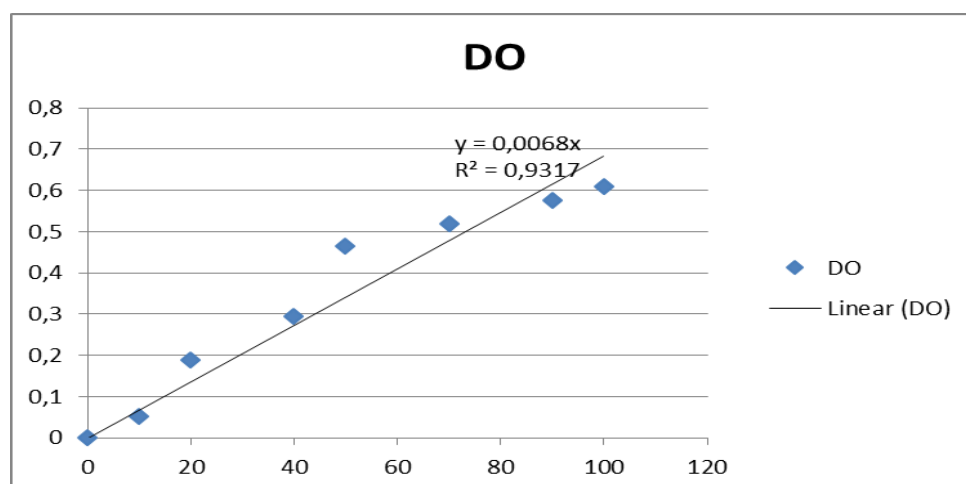
- T8= 2ml prélevé de la fiole n°8, soit 80µg de glucose
- T9= 2ml prélevé de la fiole n°9, soit 90µg de glucose
- T10= 2ml prélevé de la fiole n°10, soit 100µg de glucose

❖ **Dosage**

On allume le bain marie à 92°C

- 2ml d'extrait sont prélevés et mis dans des tubes à essai baignant dans la glace fondante
- 4ml de réactif est ajoutée dans les tubes (dans les extraits et les étalons)
- les tubes sont portés au bain-marie pendant 8minutes à 92°C, une coloration bleu-vert apparaît
- on retire les tubes pour les placer directement dans la glace fondante afin d'arrêter la réaction
- puis ils sont mis à l'obscurité au froid durant 30minutes.
- la lecture de la DO se fait à une longueur d'onde de 585nm
- $Y = aX + b$
- Y = Densité optique
- X = quantité de glucose
- MF = masse de la matière fraîche
- Y = teneur en sucres
- 180.16 = masse molaire de glucose.
- ✓ La teneur en sucre est donnée par la relation suivante

$$Y = X \cdot 3 \cdot 1000 / MF \cdot 180.16$$



Courbe 01 : Le courbe étalon du dosage des sucres totaux.



Figure 01 : Photo des étalons de l'Armoise blanche pour le dosage du sucre.



Figure 02 : Photo du l'extraits des feuilles Avant le mettre dans bain marie.



Figure 03 : Photo du l'extraits des feuilles Dans bain marie.



Figure 04 : Photo des extraits des feuilles de dosage du sucre.



Figure 05 : la lecture de la DO à 528nm Pour la lecture à l'aide de spectrophotomètre.

Annexe 2: dosage de chlorophylle

La teneur en chlorophylle est déterminée par la méthode de Mckinney (1941). Elle consiste à :

- peser 100 mg de feuilles (tissus foliaire), puis homogénéiser dans 10 ml d'acétone à 80%
- centrifuger à 3000 rpm (tour par minute) pendant 10 minutes
- répéter l'extraction si nécessaire
- Récupérer le surnageant et le mettre dans 10 ml d'acétone (mesurer le volume final)
- Lire la densité optique à la longueur d'onde suivante : 645nm, 663nm, 652nm
- appliquer les formule du protocole pour calculer les teneur en chlorophylle a , b et la chlorophylle totale.

$$\text{Ch}_a = 12\text{Do}_{633} - 2.67 \text{Do}_{654}$$

$$\text{Ch}_b = 22.5 \text{Do}_{645} - 4.68 \text{Do}_{633}$$



Figure 01 : broyage de feuilles d'*Artimisia herba Alba* pour dosage de la chlorophylle.



Figure 02 : Photo de l'infiltration des extraits
Chlorophylle .
3000 rpm .

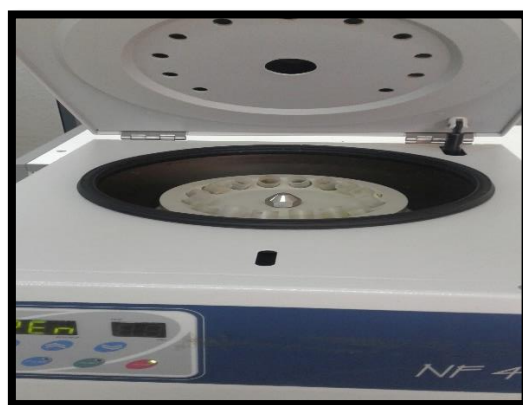


Figure 03 : Photo de centrifugation
des extraits à

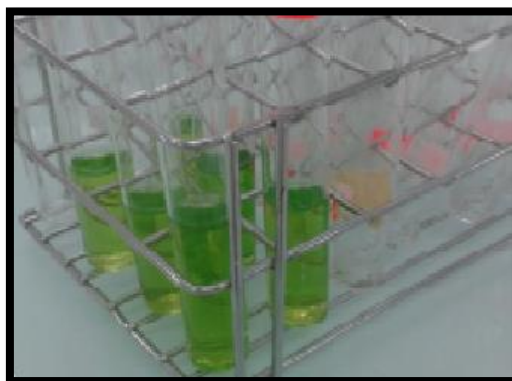


Figure 04 : dosage de chlorophylle Des feuilles pour le dosage de chlorophylle.

Annexe 03 : Dosage des ions sodium (Na^+) et potassium (K^+)

- Dilution de l'acide nitrique HNO_3 à 0.5 M
 - mettre 900 ml d'eau distillée dans une fiole de 1 litre, ajouter 31.9 ml d' HNO_3 concentré (utiliser une éprouvette de 50 ml pour mesurer 31.9 ml de l'acide)
 - fermer la fiole et mélanger doucement
- Préparation de l'extrait végétal
 - peser 100 mg de matière sèche, puis mettre dans un tube plastique de 10 ml, ajouter 10 d'acide nitrique 0.5M, pour des quantités faibles de matières sèches (20-50mg ajouter 5ml d'acide HNO_3 à 0.5M) ; utiliser le blanc uniquement de l'acide nitrique à 0.5 M sans matière sèche
 - mettre les extraits (tubes avec de la MS et de l'acide nitrique 0.5 M) en agitation pendant 2 jours ou, mettre les extraits dans l'étuve à 80 ° C pendant 1 heure, mélanger une fois pendant ce temps et une fois après refroidissement
 - après extraction laisser la matière sèche se déposer dans le fond du tube, les extraits doivent être filtrés ou centrifugés si nécessaire
- Préparation des solutions étalons
 - préparer des solutions mères de 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de Na^+ et K^+
 - pour une solution mère de 50/ml de Na^+ : mettre 12.71mg de NaCl (préalablement séché à 60 ° C) dans 100 ml d'acide HNO_3 à 0.5M ; les solutions filles sont préparées de la façon suivante

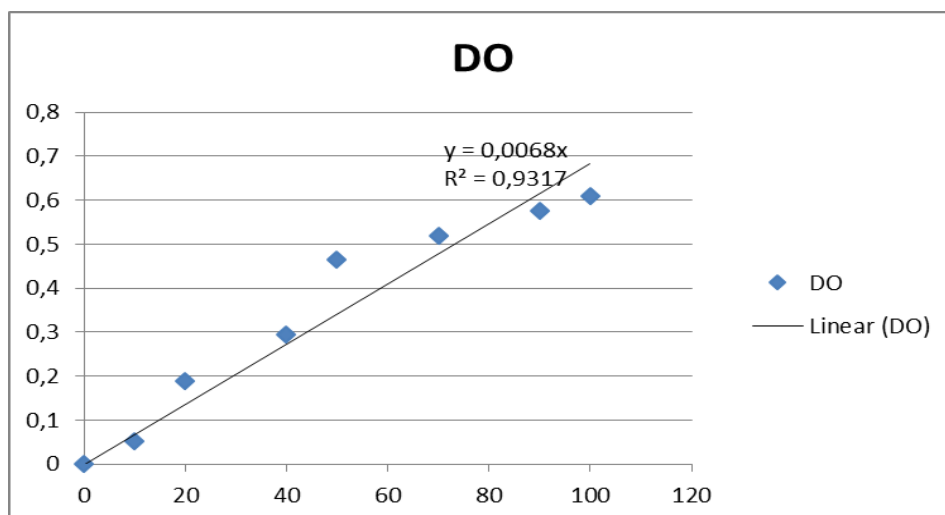
50 $\mu\text{g}/\text{ml}$	0	0.5	1	2.5	5	10	15	20	25
Qté à prélever de la solution stock de NaCl 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$	0 ml	0.5	1	2.5	5	10	15	20	25
Qté de l'acide HNO_3 0.5M à ajouter	50 ml	49.5	49	47.5	45	40	35	30	25

- Pour une solution mère de 50µg/ml de K⁺ : dissoudre 9.55 mg de KCl (préalablement séché à 60 °C) dans 100 ml d'acide HNO₃ à 0.5M ; les solutions filles sont préparées de la façon suivante :

	50µg/ml	0	0.5	1	2.5	5	10	15	20	25	
Pour	Qté à prélever de la solution stock de KCl 50µg/ml	0 ml	0.5	1	2.5	5	10	15	20	25	la
	Qté de l'acide HNO ₃ 0.5M à ajouter	50 ml	49.5	49	47.5	45	40	35	30	25	

lecture sous spectrophotomètre à flamme

- pour la solution étalon 10µg/ml de K⁺ régler le spectro à la valeur de 100
- pour la solution étalon 25µg/ml de Na⁺ régler le spectro à la valeur de 150
- utiliser l'acide HNO₃ 0.5M pour le zéro de la lecture (blanc)



Courbe 02 : Le courbe étalon du dosage des ions (Na⁺).



Figure 01 : Photo des étalons de sodium (Na^+).

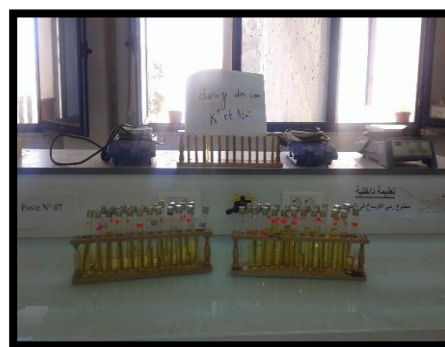


Figure 02 : photo des extraits des feuilles et racines d'*Artimisia Herba Alba* pour dosage des ions « région KHARMAM ».



Figure 03: photo des extraits des feuilles et racines d'*Artimisia Herba Alba* pour dosage des ions « région MAAZA »



Figure 04 : spectrophotomètre à flamme.

Annexe 04 : in vitro



Figure 01 : l'ensemencement des tubes dans la hôte .



Figure 02 : photo des tubes plantés.



Figure 03 : photo des dans la chambre de culture.

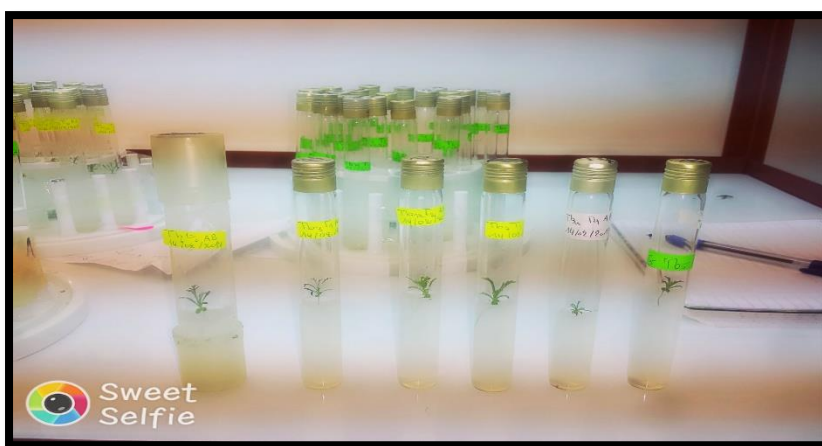


Figure 04 : photo des plantules (après levée) dans les six traitements.

Annexe 05 : Les analyses de variances pour le stress salin

ANALYSE DE VARIANCE : (Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylles).

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	38,848	35	1,11				
VAR.FACTEUR 1	0,058	1	0,058	1,518	0,22805		
VAR.FACTEUR 2	35,196	5	7,039	182,923	0		
VAR.INTER F1*2	2,67	5	0,534	13,878	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,924	24	0,038			0,196	4,18%

ANALYSE DE VARIANCE : (Effet de la salinité sur la teneur en sucre).

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	277,456	35	7,927				
VAR.FACTEUR 1	85,377	1	85,377	2213,016	0		
VAR.FACTEUR 2	141,127	5	28,225	731,619	0		
VAR.INTER F1*2	50,027	5	10,005	259,346	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,926	24	0,039			0,196	4,42%

ANALYSE DE VARIANCE : (Effet de la salinité sur la teneur en sodium).

1/feuilles :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	114091,5	35	3259,756				
VAR.FACTEUR 1	89241,55	1	89241,55	647,512	0		
VAR.FACTEUR 2	15124,2	5	3024,839	21,947	0		
VAR.INTER F1*2	6417,992	5	1283,598	9,313	0,00006		
VAR.RESIDUELLE 1	3307,734	24	137,822			11,74	16,76%

2/Racines :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	33320,83	35	952,024				
VAR.FACTEUR 1	26018,75	1	26018,75	156,902	0		
VAR.FACTEUR 2	2504,959	5	500,992	3,021	0,02956		
VAR.INTER F1*2	817,248	5	163,45	0,986	0,44773		
VAR.RESIDUELLE 1	3979,875	24	165,828			12,877	30,13%

ANALYSE DE VARIANCE : (Effet de la salinité sur le taux de germination).

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	33064,67	47	703,504				
VAR.FACTEUR 1	147,004	1	147,004	7,783	0,00819		
VAR.FACTEUR 2	31504,92	5	6300,984	333,582	0		
VAR.INTER F1*2	732,746	5	146,549	7,758	0,00006		
VAR.RESIDUELLE 1	680	36	18,889			4,346	10,31%

ANALYSE DE VARIANCE : (Effet de la salinité sur la longueur de partie aérienne).

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	89,484	71	1,26				
VAR.FACTEUR 1	0,845	1	0,845	2,601	0,108		
VAR.FACTEUR 2	49,469	5	9,894	30,453	0		
VAR.INTER F1*2	19,677	5	3,935	12,113	0		
VAR.RESIDUELLE 1	19,493	60	0,325			0,57	31,18%

ANALYSE DE VARIANCE : (Effet de la salinité sur la longueur de partie souterraine).

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	78,27	71	1,102				
VAR.FACTEUR 1	1,773	1	1,773	4,915	0,02884		
VAR.FACTEUR 2	48,277	5	9,655	26,757	0		
VAR.INTER F1*2	6,567	5	1,313	3,64	0,00618		
VAR.RESIDUELLE 1	21,652	60	0,361			0,601	21,44%

ANALYSE DE VARIANCE : (Effet de la salinité sur le nombre de feuille).

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1452,875	71	20,463				
VAR.FACTEUR 1	0,014	1	0,014	0,005	0,94029		
VAR.FACTEUR 2	1177,792	5	235,558	90,503	0		
VAR.INTER F1*2	118,903	5	23,781	9,137	0		
VAR.RESIDUELLE 1	156,167	60	2,603			1,613	12,78%

ANALYSE DE VARIANCE : (Effet de la salinité sur le poids frais totale).

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3,569	71	0,05				
VAR.FACTEUR 1	0,162	1	0,162	9,593	0,00308		
VAR.FACTEUR 2	1,862	5	0,372	21,996	0		
VAR.INTER F1*2	0,528	5	0,106	6,234	0,00012		
VAR.RESIDUELLE 1	1,016	60	0,017			0,13	56,65%



Figure: Photo des deux populations *Artemisia Herba alba* « MAAZA et KHARMA » dans la chambre de culture.

Résumé

Le présent travail se propose d'évaluer la variabilité de réponse à la salinité chez le genre *Artemisia* à l'échelle interspécifique (entre deux espèces : *Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris*), et à l'échelle intraspécifique (entre deux populations : MAAZA et KHERMAM). Pour la variabilité interspécifique, la germination diminue sous la contrainte saline pour les deux espèces analysées mais des baisses plus importantes ont été enregistrées chez *l'Artemisia campestris*. La salinité engendre une diminution de la croissance (aérienne, racinaire et du poids frais) pour des concentrations en NaCl élevées (supérieur à 51mM), une stimulation de la croissance est induite par les faibles doses (17 et 34mM) notamment chez *l'Artemisia herba alba*. Le nombre de feuilles est également affecté par la salinité chez les deux espèces avec un comportement meilleur de *l'Artemisia campestris*. Pour les résultats de la variabilité intraspécifique, la teneur en chlorophylle diminue significativement chez les deux populations, à fortes doses la population MAAZA exprime des teneurs plus importantes. Une forte intensité d'accumulation des sucres est enregistrée chez la population MAAZA par rapport à la population KHARMAM. Pour la teneur en sodium des feuilles modifications considérables ont été enregistrées chez la population MAAZA dépassant les 170meq/100mg de MS, alors que chez la population KHARMAM des faibles variations ont été mesurées, la teneur en sodium des racines suit celles des feuilles

Mots clés : salinité, espèces, populations, germination, croissance, chlorophylle, sucres totaux, sodium

Abstract

The present work proposes to evaluate the variability of salinity response in the genus *Artemisia* at the interspecific level (between two species: *Artemisia herba alba* and *Artemisia campestris*), and on the intraspecific level (between two populations: MAAZA and KHERMAM). For interspecific variability, germination decreased under saline stress for the two species analyzed, but larger decreases were recorded in *Artemisia campestris*. Salinity causes a decrease in growth (aerial and root growth, fresh weight) for high NaCl concentrations (greater than 51 mM), stimulation of growth is induced by low doses (17 and 34 mM), in particular in *Artemisia herba alba*. The number of leaves is also affected by salinity in both species with a better behavior of *Artemisia campestris*. For the results of the intraspecific variability, the chlorophyll content decreases significantly in both populations, at high concentration the MAAZA population exhibited higher contents. A high intensity of sugar accumulation is recorded in the MAAZA population compared to the KHARMAM population. For the sodium content of the leaves considerable changes were recorded in the MAAZA population exceeding 170meq / 100mg DW, while in the KHARMAM population small changes were measured, the accumulation of sodium in the roots follows the leaves.

Key words: salinity, species, populations, germination, growth, chlorophyll, total sugars, sodium

المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو معرفة تقييم اختلافات للاستجابات الملوحة عند نوع نبات الشيح وهذا على مستويين: المستوي النوعي (بين نوعين: الشيح الأبيض والشيخ الأحمر)، وعلى المستوي الصنفي (خرمام و معازة). بالنسبة للنتائج الدراسة النوعية لقد لوحظ انخفاض في الانتاش تحت الإجهاد الملحي وذلك عند النوعين ولقد سجل انخفاض أكبر عند النوع الشيخ الأحمر، أما النتائج المحصل عليها بالنسبة لمعايير النمو تبين أن الملوحة قد أخفضت كل معايير النمو (النمو الجذري، نمو الساق، الوزن الحي). وذلك عند التراكيز العالية (أكبر من 51ممول) وللعلم فقد سجل تحفيز في النمو عند التراكيز المنخفضة (17 و 34 ممول) خاصة عند نوع الشيح الأبيض. عدد الأوراق قد تأثر أيضا بالملوحة عند النوعين مع استجابة أحسن عند النوع الشيخ الأحمر، أما بالنسبة لنتائج التنوع الصنفي: كمية اليخضور / انخفضت بتأثير أكبر عند الصنفين، عند التركيز العالي للملوحة صنف معازة اظهر كميات أكبر من اليخضور. شدة أكبر لتراكم السكريات لوحظت عند الصنف معازة مقارنة مع صنف خرمم. بالنسبة لكميات الصوديوم في الأوراق تغيرات معتبرة قد سجلت عند الصنف معازة بقيم فاقت 170meq على 100مغ من الكمية الجافة، أما عند الصنف خرمم تغيرات ضعيفة قد سجلت، بالنسبة لكميات الصوديوم في الجذور فهي نفس التغيرات في الأوراق.

الكلمات الرئيسية: الملوحة، النوع، الصنف، الانتاش، النمو، اليخضور، السكريات الكلية، الصوديوم.

