

UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



Mémoire de Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie et Environnement

Thème

**Effet de la salinité sur la croissance (post-germination)
des plantules de *Zygophyllum album* et *Genista saharae*.**

Présenté par : ABCHICHE katia

Soutenu publiquement le :

13/09/2020

Devant le jury :

Dr. HADJADJ S.	MCA	Présidente	U.K.M.Ouargla
Dr. TRABELSI H.	MCA	Promotrice	U.K.M.Ouargla
Dr. KHERRAZE M.H.	MRB	Co-Promoteur	C.R.S.T.R.A, Touggourt
Dr. HANNANI A.	MCB	Examinatrice	U.K.M.Ouargla

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Merci au Bon Dieu de m'avoir donné le courage, la volonté ainsi que la conscience pour que je puisse terminer mes études et réaliser cette thèse.

Au terme de ce travail, je voudrais exprimer toute ma reconnaissance aux personnes qui ont Contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

*Sincère remerciements à mon encadreur **Mme. Trabelsi Hafida** docteure à l'université d'Ouargla pour ses précieux conseils, sa grande disponibilité et ses judicieuses orientations. Qu'il trouve ici ma profonde reconnaissance et mon immense respect.*

*Je remercie aussi mon Co- encadreur **Mr. KHERRAZE Mohammed EL Hafed** Pour son aide, ses orientations, et ses conseils.*

J'adresse mes plus vifs remerciements aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail.

*Je tiens à remercier **Mme HADJADJ Soumia** d'avoir accepté de présider le jury qu'elle trouve dans ces quelques mots l'expression de ma sincère gratitude.*

*Merci à **Mme. HANNANI Amina** qui m'ont fait l'honneur d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail. Je tiens à vous exprimer mes sincères reconnaissances.*

*Je remercie chaleureusement tous les membres du laboratoire de **bio-ressources sahariennes** pour leur aide précieuse vous étiez toujours à nos côtés et vous avez toujours apporté le soutien.*

Dédicace

Louange à Dieu tout puissant, pour sa miséricorde. C'est lui qui nous a créé, c'est lui qui nous a donné le savoir, c'est grâce à lui que le fruit de mon travail est entre vos mains et je le dédie à :

- La plus merveilleuse de toutes les femmes au monde, celle qui m'a transmis sa générosité, celle qui m'a appris à pardonner, à aimer et à donner le meilleur de moi ; **MAMAN***
- Mon père qui m'a soutenu durant toutes mes années d'études et qui m'a appris à compter sur moi-même, qu'il me soit permis aujourd'hui de t'assurer mon profond amour et ma grande reconnaissance ; **Papa**, laisse-moi te témoigner ma profonde gratitude à travers ce modeste travail.*
- A mon fiancé **abdelsabour** Pour tout l'encouragement, le respect et soutien que tu m'as offert.*
- A mes grand-mère **safia** et **djemaa** prix a son âme*
- A mes grand- père **Ali** et **kassi***
- A mes oncles et tantes.*
- A tous mes chères amies.*
- A tous les membres du laboratoire **BRS**.*
- A tous mes enseignant qui m'ont transmis le savoir, la curiosité et la persévérance.*

Liste des abréviations

LF : Longueur de feuilles

LT : Longueur de tigelle

LF : Longueur de feuilles

LR : Longueur de rameux

NR : Nombre de rameux

Liste des photos

Photo 1: Plante de <i>Z. album</i>	9
Photo 2: Feuilles de <i>Z. album</i>	9
Photo 3: Fleurs de <i>Z. album</i>	9
Photo 4 : Graines de <i>Zygophyllum album</i>	13
Photo 5: Graines de <i>Genista saharae</i>	13
Photo 6: Prétraitement par l'acide sulfurique des graines de <i>Genista Saharae</i>	14
Photo 7: Balance (A) Agitateur rotatif (B).....	24
Photo 8: Comparaison des plantules de selon les <i>Zygophyllum album</i> différents traitements.....	19
Photo 9: Comparaison des plantules de <i>Genista saharae</i> selon les différents traitements.....	19
Photo 10: Les plantules de <i>zygophyllum album</i> en 3 ^{ème} jour de stress salin.	42
Photo 11: Les plantules de <i>Genista saharae</i> en 3 ^{ème} jour de stress salin.	42

Liste des figures

Figure 1: Plante de <i>Genista Saharae</i>	11
Figure 2 : Les rameaux fleuri de <i>Genista Saharae</i>	11
Figure 1: Plante de <i>Genista Saharae</i>	11
Figure 3: Cinétique de la croissance de longueur des tiges et de feuilles avant (A) et après (B) le traitement par le NaCl.	20
Figure 4: Cinétique de la croissance en longueur de la tige et de la feuille (C) avant et (D) après le traitement de l'espèce par le NaCl.	21
Figure 5: Effet de la salinité sur les paramètres aériens de l'espèce <i>Z. album</i> (l'égalité des lettres formant des groupes selon le test de Newman-Kauls à $\sigma= 5\%$; p : après le traitement.	22
Figure 6: Effet de la salinité sur la longueur des feuilles (selon le test de Newman-Kauls à $\sigma= 5\%$).	23
Figure 7: Effet de la salinité sur la longueur des tiges de <i>Z. album</i> en fonction des concentrations de NaCl.....	24

Figure 8 : Effet de la salinité sur la longueur des tiges de <i>G. saharae</i> en fonction des concentrations de NaCl.....	25
Figure 9: Effet de la salinité sur les paramètres souterrains de l'espèce <i>Z. album</i> (l'égalité des lettres formant des groupes selon le test de LSD à $\sigma= 5\%$).	25
Figure 10: Effet de la salinité sur les paramètres souterrains de l'espèce <i>G. saharae</i> (l'égalité des lettres formant des groupes selon le test de LSD à $\sigma= 5\%$).	26

Liste des tableaux

Tableau 1: caractéristiques de collecte des graines	13
Tableau 2: Composition de la solution saline en NaCl.....	16
Tableau 3: Les paramètres morphologiques mesurés des deux espèces	17
Tableau 4: Mesures morphologiques (moyenne et standard erreur) des plantules de <i>Zygophyllum album</i> sous stress salin.	43
Tableau 5 : Mesures morphologiques (moyenne et standard erreur) des plantules de <i>Genista saharae</i> sous stress salin.....	43
Tableau 6: Mesures morphologiques (moyenne et standard erreur) des plantules de <i>Zygophyllum album</i> sous stress salin.	43
Tableau 7: Mesures morphologiques (moyenne et standard erreur) des plantules <i>Genista saharae</i> sous stress salin.....	44

Liste des annexes

Annexe 1: Méthode de calcul de la capacité de rétention	41
Annexe 2: Les plantules de <i>Zygophyllum album</i> et de <i>Genista saharae</i> en 3 ^{ème} jour de stress salin.	42
Annexe 3: L'analyse de la variance à l'aide du test Newman-Kauls des plantules de <i>Zygophyllum album</i> et de <i>Genista Saharae</i> sous stress salin.....	43
Annexe 4: L'analyse de la variance de la racine à l'aide du test LSD des plantules de <i>Zygophyllum album</i> et de <i>Genista saharae</i> sous stress salin.	43

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

Liste des abréviations

Introduction. 1

Chapitre I : Rappel Bibliographique

I - Rappel Bibliographique.....	4
I.1- Généralités sur la salinité.....	4
I.1.1- Les types de la salinité	4
I.1.1.1 - La salinité primaire	4
I.1.1.2 - La salinité secondaire.....	4
I.2- Notion de stress	4
I.2.1 -Stress salin	5
I.3 - Effet de la salinité sur la germination.....	6
I.3.1- Effet osmotique.....	6
I.3.2 - Effet toxique	6
I.4 - Effet de la salinité sur la croissance	6
I.5- Mécanismes d'adaptation des plantes au sel.....	7
I.5.1- L'exclusion.....	8
I.5.2- L'inclusion	8
I.5.3 - L'ajustement osmotique	8
I.6 - Présentation des espèces étudiées	8
I.6.1 - Généralités sur l'espèce <i>Zygophyllum album</i>	8
I.6.1.1- Description botanique.....	8
I.6.1.2- Distribution et Ecologie.....	Erreur ! Signet non défini.
I.6.1.3 - Usages thérapeutiques traditionnelles de la plante	9

I.6.2 – Généralité sur l’espèce <i>Genista Saharae</i>	10
I.6.2.1 - Description botanique et l’écologie	10

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II - Matériel et Méthodes	13
II.1 - Objectif.....	13
II.2 - Matériel végétal.....	13
II.3 - Méthodologie de travail	13
II.3.1- Sur terrain.....	13
II.3.1.1- Collecte de graines.....	13
II.3.1.2 - Prélèvement du sol.....	14
II.3.2 - Au laboratoire.....	14
II.3.2.1 - Prétraitement des graines de <i>Genista Saharae</i>	14
II.3.2.2 - Préparation de l’échantillon du sol (l’extrait 1/5) (m/v).....	14
II.3.4- Préparation de la culture.....	15
II.3.6 - Préparation des solutions salines.....	16
II.3.7 - Application du stress	16
II.3.8 - Paramètres étudiés.....	16
II.4.- Tests statistiques appliqués	17

Chapitre III : Résultats et Discussion

III. - Résultats et Discussions.....	19
III.1.- Effet du NaCl sur la partie aérienne.....	20
III.1.1.- Cinétique de croissance de l’espèce <i>Zygophyllum album</i>	20
III.1.2- Cinétique de croissance de l’espèce <i>Genista saharae</i>	21
III.1.3-Effet du NaCl sur la longueur des feuilles de <i>Zygophyllum album</i>	21
III.1.4- Effet du NaCl sur la longueur des feuilles de l’espèce <i>Genista saharae</i> .	22
III.1.5 -Effet du NaCl sur la longueur des tigelles de l’espèce <i>Zygophyllum album</i>	23

III.1.6- Effet du NaCl sur la longueur des tiges de l'espèce <i>Genista saharae</i> .	24
III.2- Effet du NaCl sur la partie racinaire	25
III.2.1- Effet du NaCl sur la partie racinaire de <i>Zygophyllum album</i>	25
III.2.2- Effet du NaCl sur la partie racinaire de <i>Genista saharae</i>	26
Conclusion	31
Références bibliographiques	33
Résumé	

INTRODUCTION

Les plantes spontanées du Sahara se développent sur des milliers d'années dont elles s'adaptent et s'harmonisent parfaitement avec toutes les conditions environnementales (Sécheresse, salinité ...etc) ; En Algérie; les milieux arides offrent des opportunités exceptionnelles pour l'évaluation et la compréhension des mécanismes impliqués dans la diversification et l'adaptation des plantes en relation avec les conditions de leur environnement (Amirouche et Misset, 2009). Le déterminisme et l'expression de la biodiversité au sein des systèmes écologiques sont devenus des préoccupations importantes de l'écologie du paysage et des communautés (Hustan, 1994).

La position de chaque espèce dépend d'un ensemble de facteurs écologiques tels que la sécheresse, la nature du sol, l'humidité et la géomorphologie, influant directement sur la distribution des espèces végétales (Medjber Teguig, 2014). En effet, la salinité joue un rôle important dans l'existence et la distribution des plantes (Abdel-kader et Saleh., 2002) ; à la différence des glycophytes qui ne sont pas capables de supporter la présence de sel, les halophytes poussent mieux sur un sol riche en sel (Calu., 2006). Elles déclenchent des mécanismes de tolérance qui contribuent à l'adaptation au stress osmotique et ionique provoqué par la salinité élevée (Lee et al., 2008). D'une façon générale, la tolérance au sel n'est pas constante pour une même espèce ou sous espèce. Elle peut changer en fonction de l'espèce, du génotype, de l'âge et de l'état physiologique de l'organe (Elmekkaoui, 1990).

Plusieurs études ont montré que la salinité a un effet dépressif sur la germination et la production de graines des plantes autochtones du Sahara à travers plusieurs pays (en Egypte, en Tunisie et en Algérie...etc), par ailleurs est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes, tels que :Tlig et al., (2008) chez l'espèce *Diploaxis harra* ; Gorai et al., (2011) chez l'espèce *Salvia aegyptiaca* ; EL Keblawy (2011) pour l'espèce chez *Cyprus conglomeratus* ; EL Keblawy (2011) chez les espèces *Lasiurus scindicus*, *Panicum turgidum* ; Boudhane et Chabbi (2015) pour les espèces *Bassia muricata*, *Plantago ciliata*, et *Calligonum comosum* ; Chaouch khouane et Boukhetta (2015) pour les espèces *Peganum harmala*, *Zygophyllum ablum*, et *Helianthemum lippie* ; Selami et Meddour (2016) pour les espèces *Retama retam*, *Genista saharae*, *Asphodelus tenuifolius*, et *Oudneya africana* ; Krama et Rahmani (2018), Bellaoudmou et al., (2019), Benmeriem et Benlif (2019) concernant l'espèce *Zygophyllum album* ; Trabelsi et Kherraze (2020) chez les espèces *Oudneya africana*,

Helianthemum lippii, *Genista saharae*, *Retama retam*, *Peganum harmala*, et *Zygophyllum album* ; Bellaoudmou et Lakhel (2021) ; Berreghda (2021) concernant l'espèce *Anabasis articulata*

Notre étude est une suite des travaux menés par Trabelsi et Kherraze (2020) portant sur l'effet de la salinité sur la germination des semences de quelques plantes spontanées du Sahara septentrional algérien; dont ils ont montré que l'espèce *Genista saharae* résiste mieux que l'espèce *Zygophyllum album*.

C'est dans le contexte d'appréhender la réponse et le comportement de deux espèces *Zygophyllum album* et *Genista saharae* sous stress salin, que s'inscrit notre travail pour avoir une idée sur la réponse au sel au stade de post-germination. En effet, nous posons les questions suivantes:

1. Y-a-t-il un effet de stress salin sur la croissance des plantules de *Zygophyllum album*?
2. Y-a-t-il un effet de stress salin sur la croissance des plantules de *Genista saharae* ?
3. À quelle concentration les deux espèces peuvent-elles résister ?

Chapitre I

RAPPEL
BIBLIOGRAPHIQUE

I - Rappel Bibliographique**I.1- Généralités sur la salinité**

Plusieurs auteurs ont défini la salinité des sols et des eaux comme étant la présence d'une concentration excessive de sels solubles, ou lorsque les concentrations en (Na^+), (Ca^{++}), (Mg^{++}) sous formes de chlorures, carbonates, ou sulfates sont présentes en concentrations anormalement élevées (Asloum, 1990). Ce type de stress est essentiellement dû au NaCl en conditions naturelles (Sun et Zheng, 1994).

I.1.1- Les types de la salinité

On distingue deux types de salinité

I.1.1.1 - La salinité primaire

S'explique par l'accumulation de sels dans le sol ou d'eaux souterraines sur une longue période de temps 80% des terres salinisées causées par des processus naturels géologique, pétrographique, marine actuelle ou ancienne (Boukourt, 2016).

I.1.1.2 - La salinité secondaire

Est le résultat des activités humaines ou anthropiques qui modifient l'équilibre hydrologique du sol entre l'eau appliquée (irrigation ou de pluie) et de l'eau utilisée par les cultures (transpiration), il représente 20% des terres salinisées (Boukourt, 2016).

I.2- Notion de stress

Le terme stress désigne un facteur de l'environnement induisant une contrainte potentiellement néfaste sur un organisme vivant (Levitt, 1980).

En revanche ce terme lorsqu'il est utilisé en biologie végétale, a des connotations particulières, il représente le(s) facteur(s) responsable(s) des perturbations, et des changements, plus ou moins brusque par rapport aux conditions normales de la plante subie au cours de son développement (Bouchoukh, 2010).

En effet, le stress signifie la déviation dans le développement et les fonctions normales de la physiologie des plantes, il est perçu au niveau cellulaire puis transmis à la plante entière. Le changement dans l'expression des gènes qui s'ensuit modifie la croissance et le développement, et influence les capacités reproductives de la plante, causant ainsi des dommages aux plantes (Benkoli et Bouzeghaia, 2016).

La plante accomplit le retour à la stabilisation et les réactions de répartition par un réajustement d'états adaptés et le maintien de grands pouvoirs de résistance, qui font appel à une énergie additionnelle et métabolite (Amrouche et Mesbah, 2017)

I.2.1 -Stress salin

Selon Hopkins (2003), le stress salin est un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions (Na^+ et Cl^-).

Le stress salin est le résultat d'un déficit hydrique dans la plante sous forme de sécheresse physiologique (Mahajan et Tuteja, 2005).

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 varie avec les familles, les genres et les espèces, mais aussi les variétés considérées (Levigneron et al., 1995).

I.3 - Effet de la salinité sur la germination

La germination des plantes qu'elles que soient halophytes ou glycophytes est affectée par la salinité. Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique (Ismail, 1990). Elles répondent de la même manière au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination (Askri, 2007 ; Wentao et al., 2009).

Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (Debez et al., 2001).

I.3.1- Effet osmotique

La salinité inhibe l'absorption de l'eau, la mobilisation des réserves et leur transport vers l'embryon. Cependant il existe un seuil critique d'hydratation que l'embryon doit atteindre avant le démarrage des processus germinatifs (Ben kaddour, 2014)

I.3.2 - Effet toxique

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) signalent qu'une bonne germination des graines et une émergence sous le stress salin est un critère valable pour garantir l'établissement adéquate dans les sols affectés par le sel.

Cependant, Ben Ahmed (1996) rapporte que la corrélation entre la tolérance au stade de germination des graines et la tolérance des plantes pendant les autres périodes de croissance n'est pas obligatoire.

I.4 - Effet de la salinité sur la croissance

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes. Ses effets sur les végétaux sont : un arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de

Nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (Zid, 1982). La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement (Gill, 1979 ; El Mekkaoui, 1990 ; Boukachabia, 1993) et d'une manière générale la hauteur, le diamètre des tiges des différentes espèces, ainsi que la grosseur des fruits, diminuent d'une façon considérable avec l'augmentation de la salinité.

Le stress salin est évoqué à partir du moment où le contenu en sels solubles du sol provoque une diminution de la production végétative (Allakhverdiev et al., 2000).

Le sel réduit la disponibilité de certains nutriments indispensables pour la croissance. (Hamdoud, 2012). Le développement et même la survie des plantes (Iachaal et al., 1995). Les effets de la salinité se manifestent généralement par une diminution de la croissance des plantes et parfois par un arrêt total avec des grandes différences de taille (Hamdoud, 2012)

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la Surface foliaire ce qui conduit à l'arrêt de l'expansion si la concentration du sel augmente (Wang et Nil, 2000). Les seuils élevés de la salinité sont accompagnés par une réduction significative de la biomasse racinaire, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire (Mohammad *et al.*, 1998). L'excès de NaCl se manifeste par une croissance dans la biomasse souterraine (racines) et la biomasse aérienne (tiges et feuilles) et une augmentation du ratio partie racinaire/partie aérienne (Meloni et al., 2001). Les espèces les plus sensibles subissent des réductions de croissance souvent très sévères à des salinités réduites (Fathalli et Bizid, 1986).

I.5- Mécanismes d'adaptation des plantes au sel

Les plantes poussant dans les conditions où le sol est affecté par la salinité subissent des perturbations d'ordre physiologique et biochimique (Ben Naceur et al., 2001). La réponse au sel des espèces végétales dépend de l'espèce même, de sa variété, de la concentration en sel (Mallek-Maalej et al., 1998). Les plantes peuvent s'adapter au stress salin de différentes manières.

I.5.1- L'exclusion

Chez les plantes sensibles au NaCl, le Na⁺ s'accumule dans les racines, puis exclu des feuilles, ces plantes sont dites « excluders ». La plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles; une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne de cellules de la racine. Cependant, cette barrière peut être interrompue en particulier de l'émergence des ramifications de la racine (El madidi et al., 2003).

I.5.2- L'inclusion

Les plantes « incluser » résistantes au NaCl, accumulent le Na⁺ dans les feuilles où il est séquestré soit dans la vacuole, l'épiderme foliaire, les limbes âgés... Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux, ou excrété par des glandes vers l'extérieur (Berthomieu Et Al., 2003).

I.5.3 - L'ajustement osmotique

Face à l'augmentation des sels dans le sol, un ajustement osmotique peut se manifester, mais à des degrés variables, chez la plupart des végétaux. L'un des principaux caractères physiologiques de tolérance aux contraintes du milieu est l'ajustement osmotique (Doumi, 2015).

L'ajustement osmotique ou osmorégulation est un mécanisme majeur d'adaptation pour la résistance au stress osmotique qui s'exprime par la capacité d'une végétale à l'accumulation active, il est généralement considéré comme un élément important dans la tolérance des plantes à la contrainte saline (Rabiaa, 2019)

I.6 - Présentation des espèces étudiées**I.6.1 - Généralités sur l'espèce *Zygophyllum album***

Zygophyllum album est une espèce du genre *Zygophyllum*, de la famille des Zygophyllaceae (El Ghouli et al., 2011). Cette famille comprend approximativement 27 genres et 285 espèces (Hussein et al., 2011), elle est représentée principalement dans les régions arides et semi arides.

I.6.1.1- Description botanique

Zygophyllum album (photo 1) est une plante vivace est haute de 60cm. Sa tige est très ramifiée. Les rameaux ligneux, nombreux et de couleur blanche voire grise, sont garnis par des feuilles opposées (photo 2), réduites, gorgées d'eau. Les fleurs (photo

3) sont blanches. Les étamines sont nombreuses (10). L'ovaire est anguleux, à 5 lobes plus ou moins saillants. La floraison a lieu au mois de Mars. Le fruit est dilaté en lobes au sommet. (Kherraze et al 2010)



Photo 1: Plante de *Z. album*



Photo 2: Feuilles de *Z. album*

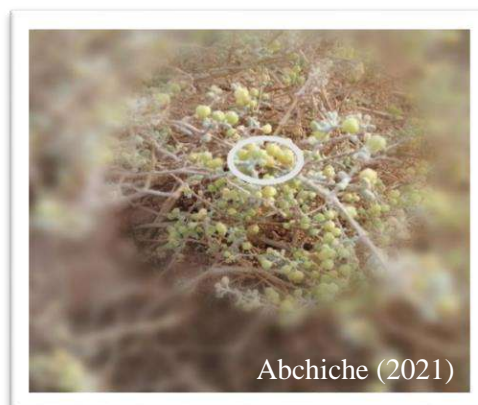


Photo 3: Fleurs de *Z. album*

I.6.1.2 - Usages thérapeutiques traditionnelles de la plante

Le *Zygophyllum album* L., c'est une plante bien broutée par les dromadaires (Ozenda, 1991 ; Chehma, 2006). Beaucoup d'espèces du genre *Zygophyllum* possèdent des effets biologiques qui sont exploités par la médecine traditionnelle: le *Z. coccineum* est utilisé contre les rhumatismes et l'hypertension (El Hamsas et al., 2010), le *Z. gaetulum* est connu pour ces propriétés antidiabétiques, antispasmodiques et il est utilisé aussi contre l'eczéma (Smati et al., 2004). En Algérie, *Z. album* est utilisée pour le traitement du diabète, des spasmes et des dermatites (El Hamsas et al., 2010).

I.6.2 – Généralité sur l'espèce *Genista Saharae*

Genista saharae, poussant au Sahara, est un spontané légumineuse arbustive appartenant aux Fabaceae. Cette légumineuse à feuilles persistantes est bien adaptée au stress dû à la sécheresse et contribue bien à la stabilisation des dunes. Jusqu'à présent, aucun rapport sur la caractérisation symbiotique et taxonomique des bactéries nodulantes associées à *Genista Saharae* n'a été examiné. (Mahdhi et al ,2007).

I.6.2.1 - Description botanique

Cette plante est un arbuste de 1 à 2 mètres de hauteur (figure 1), à longs rameaux. Feuilles unifoliées, étroites, très caduques. Fleurs jaunes espacées le long des rameaux (figure 2). Gousses longues pendantes, à dépressions et paroi parcheminée (Kherraze et al, 2010).

Au niveau pastoral, cette espèce est très appréciée par les animaux sauvages et domestiques. Outre sa qualité pastorale, cette espèce est fixatrice de sable, et donc susceptible d'aider à la lutte contre la désertification. Cette espèce est en outre réputée comme étant fixatrice d'azote, ce qui contribue au maintien de la fertilité du sol (Belsky et al., 1993).

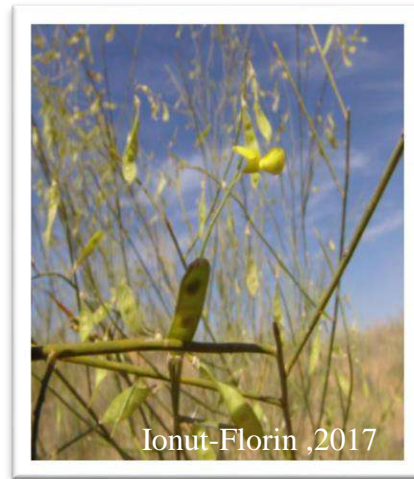


Figure 1:Plante de *Genista Saharae* **Figure 2 :**Les rameaux fleuri de *Genista Saharae*

I.6.2.2- Usages thérapeutiques traditionnelles de la plante

Genista saharae c'est une plante est un excellent pâturage pour les dromadaires (Chehma, 2006). Beaucoup d'espèces du genre *genista* possèdent intérêts pharmacologiques elle est utilisée contre les affections du système respiratoire et aussi à des propriétés diurétiques.

Chapitre II

MATÉRIEL ET
MÉTHODES

II - Matériel et Méthodes

II.1 - Objectif

Notre travail est une continuité de l'étude de Trabelsi et Kherraze (2020) qui ont montré que les graines de l'espèce *Genista saharae* germent mieux que celles de *Zygophyllum album* sous différentes concentrations salines de NaCl. En effet, notre objectif travail est de suivre l'étude de la réponse de ces deux espèces au stade de post-germination sous l'effet des mêmes concentrations salines.

II.2 - Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans la présente étude consiste des graines de *Zygophyllum album* (photo 4), et de graines de *Genista saharae* (photo 5) .

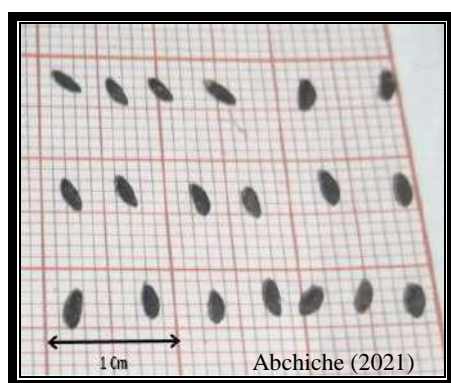


Photo 4 : Graines de *Zygophyllum album* **Photo 5:** Graines de *Genista saharae*

II.3 - Méthodologie de travail

II.3.1- Sur terrain

II.3.1.1- Collecte de graines

La collecte des graines a été faite sur terrain, directement à partir de populations naturelles de plantes de deux espèces *Genista saharae* et *Zygophyllum album* (Tableau 1).

Tableau 1: caractéristiques de collecte des graines

Espèce	Provenance	Coordonnées	Région	Date de collecte
<i>Genista saharae</i>	Oued N'sa	33°0'0"N, 6°0'0"E	Ouargla	Mai 2020
<i>Zygophyllum album</i>	Sebkha	31°57'28"N, 5°23'40"E	Ouargla	Mars 2021

II.3.1.2 - Prélèvement du sol

Les échantillons du sol de la rhizosphère (20 cm) ont, aussi, été prélevés afin d'effectuer les analyses physico-chimiques (le Potentiel Hydrogène pH et la Conductivité électrique CE), et avoir une idée sur la salinité du sol où proviennent les deux espèces.

II.3.2 - Au laboratoire

II.3.2.1 - Prétraitement des graines de *Genista Saharae*

Les graines des légumineuses ou les Fabaceae, généralement, ont des téguments imperméables à l'eau et à l'oxygène et nécessitent une scarification qui permet l'imbibition et la germination (Baskin et Baskin, 2008). Cette dormance, d'origine tégumentaire, peut différer la germination d'une graine pendant plusieurs années. Afin de lever cet obstacle, nous avons utilisé un prétraitement chimique à l'acide sulfurique pure (98%) pendant 30 min sur les graines de *Genista saharae* (photo 6) afin de réduire l'épaisseur et la dureté des téguments et faciliter leur germination.



Photo 6: Prétraitement par l'acide sulfurique des graines de *Genista Saharae*

II.3.2.2 - Préparation de l'échantillon du sol (l'extrait 1/5) (m/v)

L'échantillon avec une spatule a été homogénéisé afin d'avoir un échantillon représentatif, les roches ou matériaux autres que le sol ou les sédiments doivent être enlevés. Dans une bouteille de plastique, nous avons pesé 40 g de l'échantillon et nous avons ajouté 200 ml de l'eau distillée. L'ensemble a été agité pendant 2 heures à la température ambiante du laboratoire avec un agitateur rotatif. Une filtration a été effectuée suite à l'agitation, à l'aide d'un papier filtre permet d'avoir l'extrait du sol (photo 7).

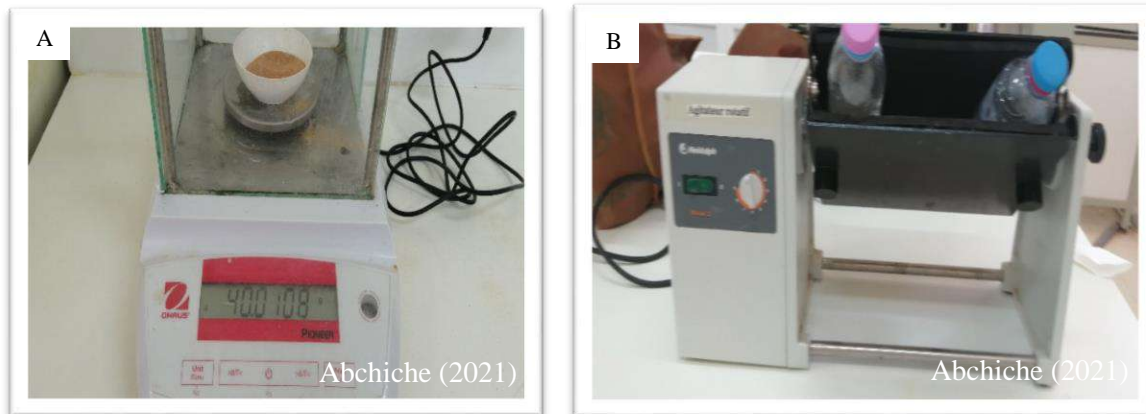


Photo 7: Balance (A) Agitateur rotatif (B)

II.3.3.3 - Détermination de la Conductivité électrique totale et du pH sur l'extrait 1/5

Nous avons rincé électrode du conductimètre avec l'eau distillée Nous avons ensuite étalonné et plonger la cellule dans un récipient contenant l'échantillon de l'extrait du sol ainsi par une lecture de la conductivité électrique et la température de l'extrait du sol.

Cette étape a été finit par la lecture de la valeur du pH de l'extrait du sol affichée sur l'appareil afin de plongé l'électrode de pH-mètre.

II.3.4- Préparation de la culture.

Les graines utilisées sont sélectionnées, afin de choisir celles qui sont à peu près de la même taille, forme et même couleur et celles qui sont saines.

Ensuite les graines de deux espèces étudiées ont été semées dans les pots en plastique d'un volume de 150 ml, de 4 cm de diamètre et de 8cm de profondeur remplies de terreau (Gro-Green Raeyco) et imbibées à l'eau distillée trois fois par semaines pendant 10 jours. Cette étape a pour but de produire des plantules.

Les plantules sont arrosées un jour sur deux à l'eau distillée et apportée 33 ml de la CR du substrat (Cf. annexe 1) de 33 ml par pot durant 10 jours, jusqu'au moment de l'application du stress salin.

II.3.5- Dispositif Expérimental

Le dispositif adopté durant notre expérimentation comprend 06 lots (traitements) de l'espèce *Zygophyllum album* et chaque traitement est constitué d'une série de 05 pots (répétitions) pour chaque provenance. Pour l'espèce *Genista saharae* 05 lots (traitements) et chaque traitement

est constitué d'une série de 03 pots (répétitions). Le traitement C₀ correspond aux témoins et les autres correspondent aux différentes solutions salines appliquées. Les pots sont disposés aléatoirement et subissent des rotations au fur et à mesure.

II.3.6 - Préparation des solutions salines

Les solutions salines sont obtenues par l'addition de NaCl à l'eau distillée (P/V), dont les proportions sont indiquées dans le tableau 2.

Tableau 2: Composition de la solution saline en NaCl.

Concentrations	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Concentration (mM)	0	50	100	150	200	250	300
Concentration g/ml	0	0.3	0.6	0.9	1.17	1.46	1.8

II.3.7 - Application du stress

Au 11^{ème} jour, nous avons appliqué le stress salin aux plantules. IL se répartit en 06 traitements de 05 répétitions de l'espèce *Zygophyllum album* et 05 traitements de 03 répétitions pour l'espèce *Genista saharae* pour chaque provenance :

- Le lot des plantules témoins (C₀) reçoivent l'eau distillée pour les deux espèces.
- Les lots de plantules stressées (C1, C2, C3, C4, C5, C6) aux différentes solutions salines de (50, 100, 150, 200, 250 et 300 mM de NaCl) à 33 ml de la CR.

Les plantules de deux espèces étudiées sont arrosées trois fois par semaine pendant 10 jours pour le témoin et celles stressées.

II.3.8 - Paramètres étudiés

Il est difficile de suivre le comportement d'une plante à partir d'un seul paramètre, en effet le suivi du comportement des plantes vis-à-vis du stress salin s'est basé sur plusieurs paramètres morphologiques.

II.3.8.1 - Partie aérienne

Nous avons mesuré les différents paramètres antérieurs et postérieurs de traitement sur les deux espèces (Tableau 3).

Tableau 3: Les paramètres morphologiques mesurés des deux espèces

Espece	Paramètre étudié
<i>Zygophyllum album</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Longueur de feuilles - Longueur de tige
<i>Genista saharae</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Longueur de tige - Longueur de feuilles - Longueur de rameux - Nombre de rameux

II.3.8.1.1- Longueur de feuilles et de tiges

Afin d'évaluer la croissance des plantules vis-à-vis les différentes concentrations en NaCl, des mesures de longueur feuilles et de tiges à l'aide d'un pied à coulisse.

II.3.8.1.2- Longueur et nombre de rameaux

Afin d'évaluer l'effet du stress salin sur la croissance des plantules, la longueur et nombre de rameaux ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse.

II.3.8.2- Partie souterraine

II.3.8.2.1- Longueur et nombre de racines

A la fin de l'expérimentation, on a choisi 2 répétitions représentatif, Les racines sont lavées délicatement par l'eau distillé et récupérées pour subir les mesures pour les deux espèces Longueur et nombre de racines ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse.

II.4.- Tests statistiques appliqués

Le test statistique Newman-Kuels et Fisher LSD (Least Square différence) sont traités et analysé de la variance des histogrammes rejoignent des valeurs moyennes et regroupées pour déterminer l'effet des différents traitements de NaCl appliqués au stade post -germination des plantules des espèces étudiées.

Chapitre III

RÉSULTATS ET
DISCUSSIONS

III. - Résultats et Discussions

Pour déterminer l'effet de stress salin sur la croissance des deux espèces testées (*Zygophyllum album* et *Genista saharae*) en utilisant quelques paramètres morphologiques à savoir : la cinétique de la croissance en longueur de la tige et de la feuille, et ainsi que l'analyse des variations des mesures les paramètres aériens et souterraines.

Les constats visuels, montrent l'action défavorable du chlorure de sodium (NaCl) sur la croissance de la partie arienne que la partie souterraine chez les deux espèces. la bonne croissance est marquée sur le témoin de *Z. album* et la plantule C2 de *G. saharae*, bien que celle exposées au stress étaient plus affectées sévèrement.

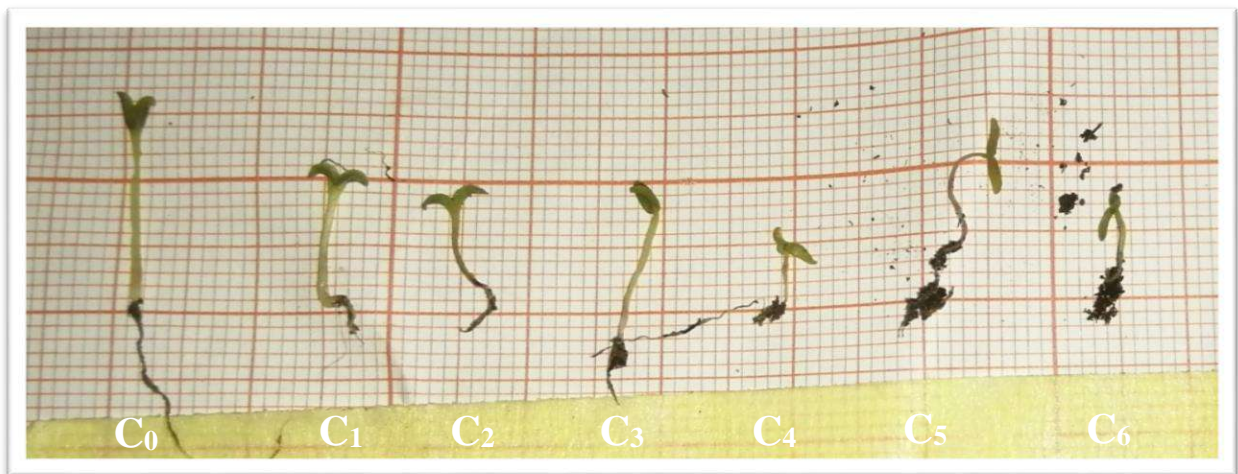


Photo 8: Comparaison des plantules de selon les *Zygophyllum album* différents traitements



Photo 9: Comparaison des plantules de *Genista saharae* selon les différents traitements

III.1.- Effet du NaCl sur la partie aérienne

III.1.1.- Cinétique de croissance de l'espèce *Zygophyllum album*

La cinétique de la croissance en longueur de la tige et de la feuille avant et après le traitement de l'espèce *Z. album* par le NaCl correspond aux variations dans le temps

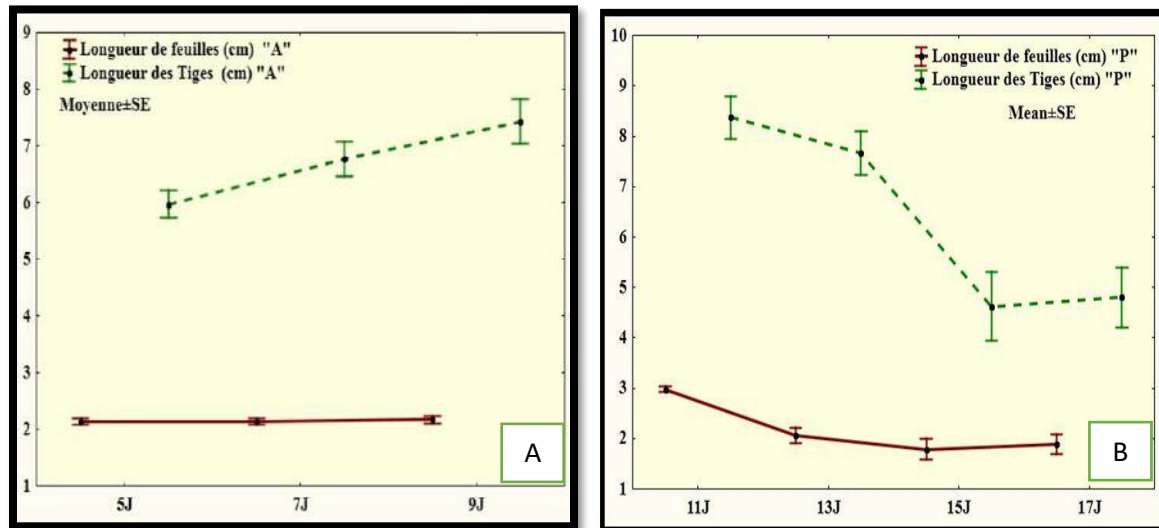


Figure 3: Cinétique de la croissance de longueur des tiges et de feuilles avant (A) et après (B) le traitement par le NaCl.

Les données de la figure 3 montrent qu'avant l'application du stress, la croissance de longueur des tiges est en croissance bien que la longueur des feuilles est stable. Nous avons remarqué aucune variation significative pour la longueur des feuilles ($F^{(2;102)} = 0,0717$; $p = 0,9308$) alors qu'une variation significative de croissance en longueur des tiges a été enregistré.

Par contre les plantules qui se sont été arrosés par des différentes doses de sel (NaCl), Nous avons remarqué une variation hautement significative remarquée soit pour la longueur des feuilles ou la longueur des tiges durant les jours de croissance ($F^{(3;135)} = 11,5404$; $p < 0,0001$; $F^{(3;136)} = 12,4592$; $p < 0,0001$ respectivement). Une décroissance en longueur a été remarqué dès que le treizième jour jusqu'au septième jour ça peut être accordé avec le traitement à 100mM que la plante a commencé à réagir. Une accroissance en longueur au début de l'onzième jour jusqu'au treizième jour ça peut être une adaptation réactive de la plante aux effets de la salinité exactement à la dose de 50mM.

III.1.2- Cinétique de croissance de l'espèce *Genista saharae*

La cinétique de la croissance en longueur de la tige et de la feuille avant et après le traitement de l'espèce *Z. album* par le NaCl correspond aux variations dans le temps.

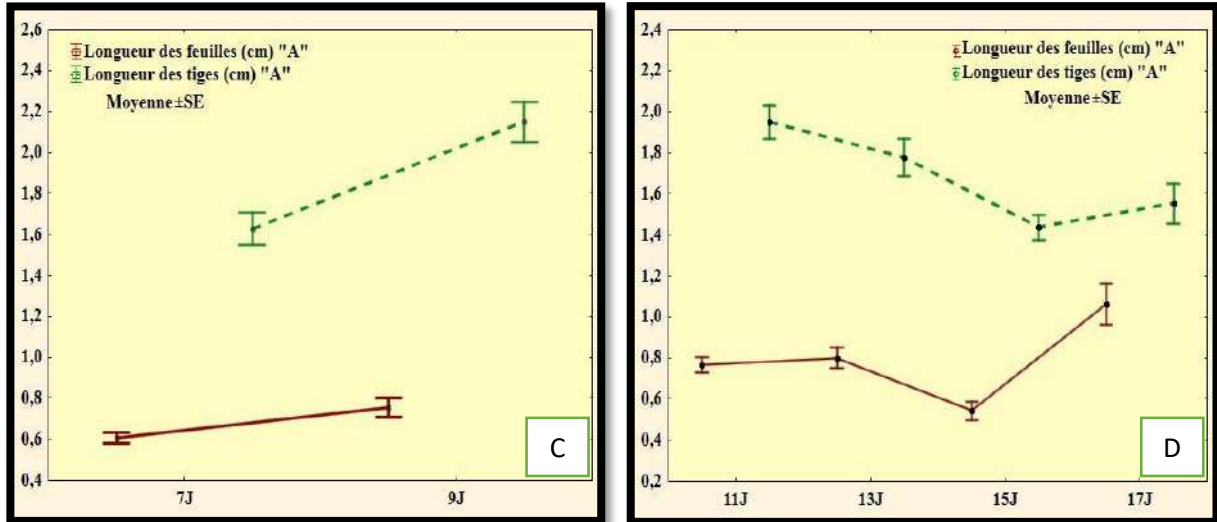


Figure 4: Cinétique de la croissance en longueur de la tige et de la feuille (C) avant et (D) après le traitement de l'espèce par le NaCl.

La figure 4 (C) montre aucune variation significative remarqué pour la longueur des feuilles $F_{(1;34)} = 1,8639$; $p = 0,1811$ tant qu'une variation significative en croissance en longueur des tiges $F_{(1;34)} = 4,3102$; $p < 0,0455$ avant le traitement par NaCl en fonction des jours.

Pareillement après le traitement (D) aucune variation significative remarqué en croissance en longueur pour les paramètres morphologiques durant les jours de traitement par la différente dose de sel NaCl ($F_{(3;86)} = 1,2646$; $p = 0,2917$ pour les feuilles ; $F_{(3;86)} = 0,7659$; $p = 0,5162$ pour les tiges).

Nous observons qu'une diminution de la longueur des tiges et les feuilles jusqu'à 14^{ème} jours un chut remarquable après une croissance à partir de 15^{ème} jour

III.1.3-Effet du NaCl sur la longueur des feuilles de *Zygophyllum album*

Les résultats obtenus montrent que les différentes concentrations de NaCl testées agissent sur la croissance de la longueur de la feuille chez l'espèce de *Zygophyllum album*. Les résultats sont vérifiés par le test statistique à l'aide de l'analyse de la variance de l'action Newman-Kauls; les traitements à une variation très hautement significative entre la salinité et les paramètres morphologiques de l'espèce $F_{(12; 262)} = 3,8100$; $p < 0,0001$.

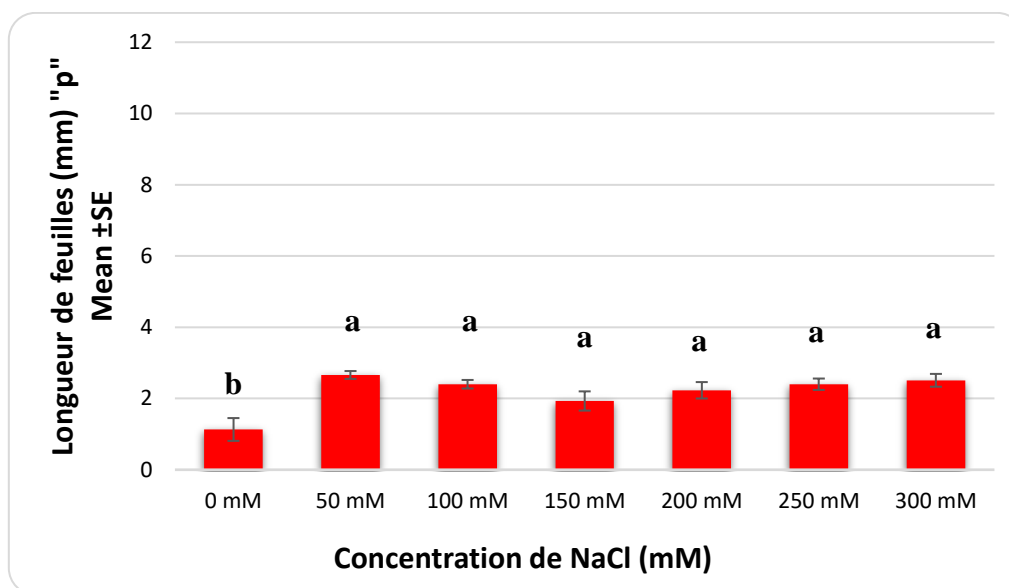


Figure 5: Effet de la salinité sur les paramètres aériens de l'espèce *Z. album* (l'égalité des lettres formant des groupes selon le test de Newman-Kauls à $\sigma= 5\%$; p : après le traitement).

La figure 5 montre que la longueur totale moyenne des feuilles de *Z. album* est de $2,18 \pm 0,09$ mm, et une faible valeur chez le témoin $1,13 \pm 0,32$ mm, bien que pour les concentrations (50mM, 100mM, 150mM, 200mM, 250mM et 300 mM) marquée des basses valeurs ils sont regroupés dans un seul groupe homogène.

III.1.4- Effet du NaCl sur la longueur des feuilles de l'espèce *Genista saharae*

Les résultats obtenus montrent que les différentes concentrations de NaCl testées agissent sur la croissance de la longueur des feuilles chez l'espèces de *G. saharae*. Les résultats sont vérifiés par le test statistique à l'aide de l'analyse de la variance de l'action Newman-Kauls ; l'analyse de la variance montre une variation significative entre la salinité et les paramètres morphologiques de l'espèce $F^{(10; 166)}=2,7970$, $p<0,0031$.

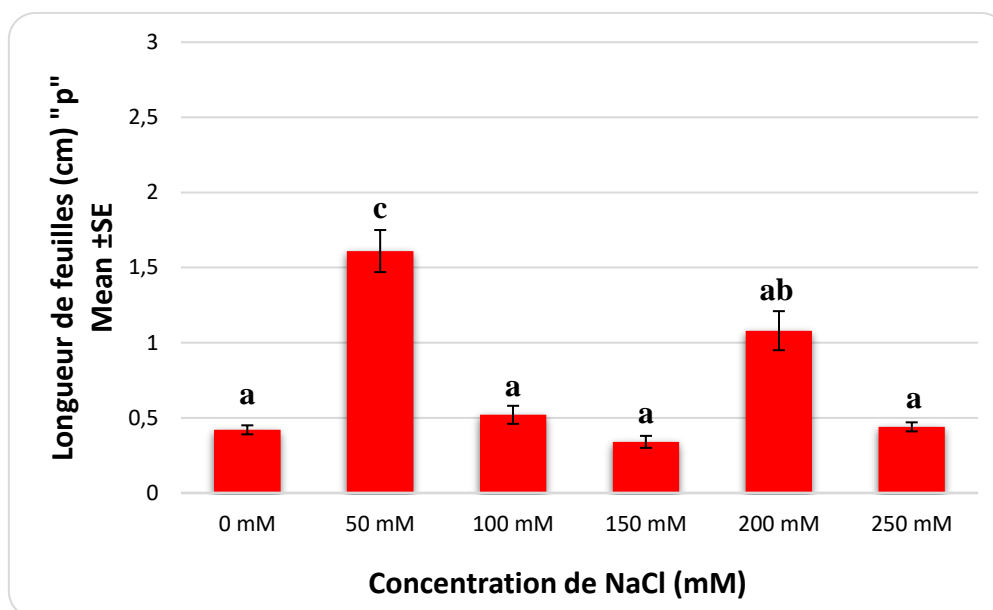


Figure 6: Effet de la salinité sur la longueur des feuilles (selon le test de Newman-Kauls à $\sigma=5\%$).

La figure 6 montre chez l'espèce de *Genista saharae* la longueur totale moyenne des feuilles est de $0,74 \pm 0,09$ cm et une meilleure élongation des feuilles pour la concentration 50mM est de $1,61 \pm 0,14$ cm, mais Il y a une réduction de la longueur de feuilles chez l'autre concentration utilisée comme (100mM, 150mM, 200mM et 250mM) aussi chez le témoin marqué une faible valeur $0,42 \pm 0,03$ cm.

III.1.5-Effet du NaCl sur la longueur des tiges de l'espèce *Zygophyllum album*

Les résultats obtenus montrent que les différentes concentrations de NaCl testées agissent sur la croissance de la longueur de la tige chez l'espèce de *Zygophyllum album*. Les résultats sont vérifiés par le test statistique à l'aide de l'analyse de la variance de l'action Newman-Kauls à $\sigma=5\%$; p : après le traitement.

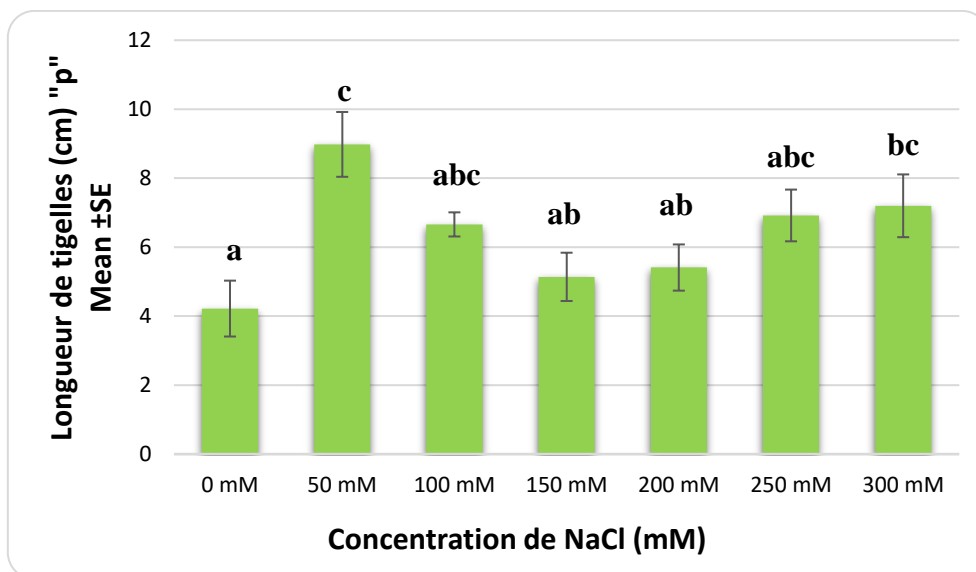


Figure 7: Effet de la salinité sur la longueur des tiges de *Z. album* en fonction des concentrations de NaCl.

La figure 7 montre que la longueur totale moyenne de la tige est de $6,36 \pm 0,30$ mm, selon le test a relevée (05) groupes différents, une bonne croissance de la hauteur de tige est enregistrée chez la concentration 50mM est de $8,98 \pm 0,94$ mm par rapport les autres concentrations sont décroissantes, et le témoin la valeur la plus faible $4,22 \pm 0,81$ mm.

III.1.6- Effet du NaCl sur la longueur des tiges de l'espèce *Genista saharae*

Les résultats montrent que sont vérifiés par le test statistique à l'aide de l'analyse de la variance et l'égalité des lettres formant des groupes de l'action de Newman-Kuels à ($\sigma = 5\%$) sur la longueur de la tige testée par les différentes doses de NaCl.

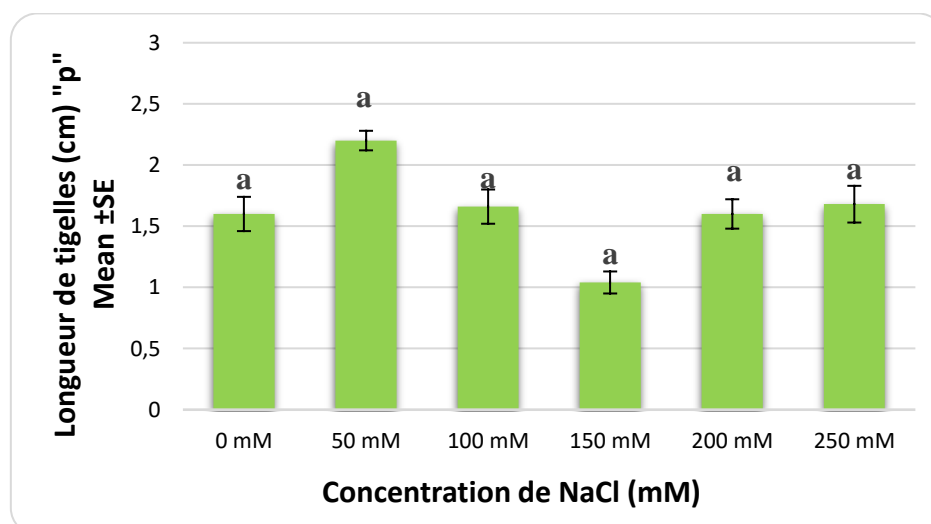


Figure 8 : Effet de la salinité sur la longueur des tiges de *G. saharae* en fonction des concentrations de NaCl.

D'après La figure 8 la longueur totale moyenne de la tige de *G. saharae* est de $1,63 \pm 0,13$ cm, nous remarquons qu'ont été regroupée dans un seul groupe homogène avec le témoin et en présence des faibles et fortes concertations. la bonne croissance de la hauteur de tige est enregistré chez la concentration 50Mm est de $2,20 \pm 0,08$ mm et la valeur la plus faibles marquée chez la concentration 150mM est de $1,04 \pm 0,09$ cm.

Nos résultats expriment que la salinité a un effet ralentissement la croissance de la longueur des feuilles des deux espèces dans les fortement traitements tandis qu'un effet stimulant sur la croissance de la longueur des tiges sur tout la concentration 50mM.

III.2- Effet du NaCl sur la partie racinaire

III.2.1- Effet du NaCl sur la partie racinaire de *Zygophyllum album*

Les résultats montrent que la longueur des racines varie en fonction de l'intensité de stress salin sur les plantules de *Zygophyllum album*. Les résultats sont vérifiés par le test statistique à l'aide de l'analyse de la variance de Fisher LSD (Least Square différence) ; L'analyse de la variance montre une variation significative entre la salinité et la longueur des racines de *Z. album* ($F(6; 7) = 4,9855$; $p < 0,0267$).

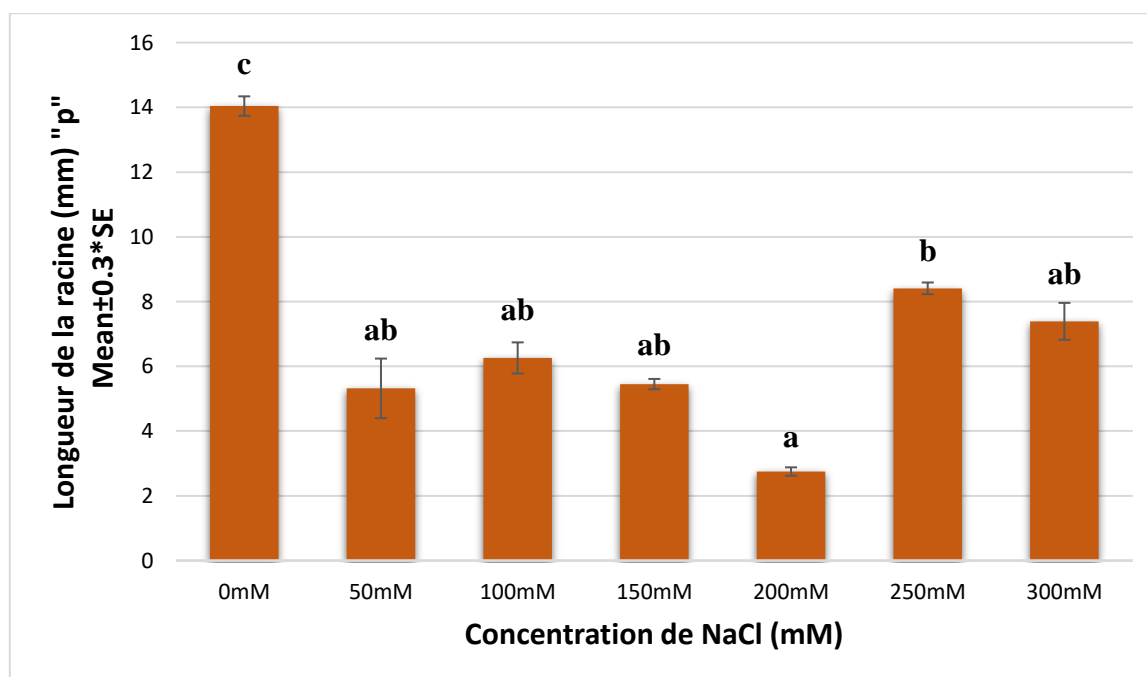


Figure 9: Effet de la salinité sur les paramètres souterrains de l'espèce *Z. album* (l'égalité des lettres formant des groupes selon le test de LSD à $\sigma = 5\%$).

Il ressort de la figure 9 que La longueur totale moyenne des racines de *Z. album* est de $2,24 \pm 0,3$ mm par contre le témoin enregistre une maximale longueur racinaire de $14,04 \pm 0,3$ mm et en présence de faibles concentrations (50mM, 100 mM, 150mM); qu'en présence des fortes concentrations en (250mM, 300Mm) ; il est décroissant et marquée la plus faible valeur chez la concentration 200mM est de $2,75 \pm 0,13$ mm

III..2.2- Effet du NaCl sur la partie racinaire de *Genista saharae*

Les résultats montrent que la longueur des racines varie en fonction de l'intensité de stress salin sur les plantules de *Genista saharae*. Les résultats sont vérifiés par le test statistique à l'aide de l'analyse de la variance de l'action de Fisher LSD ; L'analyse de la variance montre qu'il n'y a pas de variation significative de la longueur des racines en fonction des différentes concentrations de NaCl, ($F^{(5;6)} = 0,9728$; $p = 0,5017$).

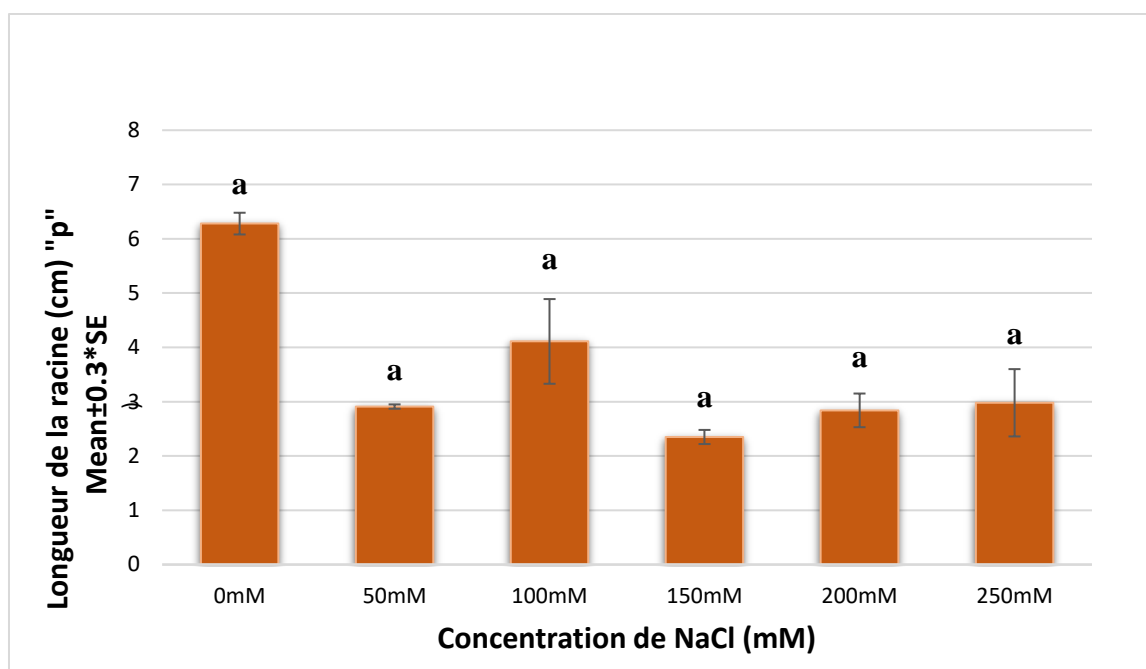


Figure 10: Effet de la salinité sur les paramètres souterrains de l'espèce *G. saharae* (l'égalité des lettres formant des groupes selon le test de LSD à $\sigma = 5\%$).

D'après la figure 10 La longueur totale moyenne des racines de *G. saharae* est de $3,58 \pm 0,6$ mM et Le témoin enregistre une longueur racinaire la plus marquée de $6,28 \pm 0,20$. en observe une diminution de la longueur de la racine en présence des faibles concentrations de (NaCl) et en présence des fortes concentrations sont regroupées dans un seul groupe homogène en longueur de racine, la plus faible valeur chez la concentration 150mM est de $2,35 \pm 0,13$ cm.

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes surtout dans les régions arides et semi-arides qui souffrent de problèmes de la salinité du sol. (Benmeriem et Benlifa.,2019)

La tolérance au sel s'exprime habituellement en termes de croissance, de rendement ou de survie, longueur des parties aériennes et racinaires. Kebebewet Mc Neilly (1995).

Les résultats du rapport partie aérienne/partie racinaire ainsi que l'indice de sensibilité ont montré que l'influence négative de la salinité est plus marquée sur la croissance des parties aériennes que racinaires. Cependant, les plants parviennent à se développer sous des doses de NaCl (Karoune et al., 2016),

En effet, certains auteurs tels que (Tlig et al., 2008 ; Gorai et al.,2011 ; El Keblawy, 2011a ; El Keblawy, 2011b ; Boudhane et Chabbi, 2015; Bentabal et Hassani 2018 ; Benmeriem et Benlif, 2019.Trabelsi et Kherraze ,2020) ont montré que l'élévation de la concentration de l'NaCl diminue le taux de germination, ainsi la diminution de la vitesse de germination et la croissance des parties végétatives (radicules et tigelles) diminue proportionnelle avec l'accroissement de salinité Anslı (2019).

Neffati (1994) signale que la connaissance de la tolérance à la salinité au moment de la germination est une information utile mais non suffisante pour expliquer la distribution des espèces et leur développement dans les milieux salés Dans ce sens nous a étudiés l'effet de salinité sur la croissance d'une halophytes *Zygophyllum album* et d'une psamophyte *Genista saharae*.

Les résultats obtenus sont traités et analysés par Newman-Kauls et Fisher LSD sont soumis à une analyse statistique descriptive et une analyse de la variance les histogrammes présentes rejoignent des valeurs moyennes.

Le résultat que nous montre l'effet dépressif de NaCl sur les deux espèces avec la concentration. Lorsque la concentration en sel augmente, nous signalons une diminution totale de la longueur des feuilles de *Z. album* à partir de 50 mm et chez *G. saharae* une diminution moyennement faible à partir de 100 mM, d'après Larher et al., (1987) Une réduction du nombre de feuilles et de la surface foliaire sous stress salin. Par contre selon Selami et Meddour., (2016) la croissance des halophytes ne semble diminuer que pour des concentrations beaucoup plus élevées.

La longueur de la tige chez *Z. album* est enregistrée de faibles réductions de longueur de tige par apport au témoin. Excepté le traitement 50mM qui a montré une élévation de la longueur ($8,98 \pm 0,94$ mm), selon Flowers et al. (1977). Les halophytes supportent les concentrations en sels et la croissance est stimulée par la concentration entre 200 et 500 mM

La longueur de la tige chez *G. saharae*, la valeur plus faible est la concentration de 150mM tant qu'en présence des fortes et faibles concentrations sont dépressif.

Nos résultats montrent un effet dépressif en NaCl sur l'élongation de la tige pour les deux espèces, les mêmes résultats ont été montré par Kaci (2010), le traitement salin appliqué sur *Atriplex halimus* enregistre de faibles réductions de longueur de tige par apport au témoin. Selon Bentabal et Hassani (2018) la présence de NaCl dans le milieu de culture fait, une diminution significative de la longueur de la tige, cette réduction augmente avec la concentration du sel dans le milieu.

La réduction de la croissance de la partie aérienne est plus marquée chez *Z. album* sous l'effet de la plus forte concentration testée en NaCl par contre *G. saharae* elle est plus résistante malgré qu'elle est pssamophytes.

La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique. En effet, **ce retard de développement 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 en augmente jusqu'à un seuil où les dommages seront irréversibles. La croissance est inversement corrélée à la résistance au stress salin d'une espèce ou d'une variété (Bois, 2005).**

Sous l'effet de salinité sur la longueur des racines de *Z. album* lorsque le stress est (50mM,100 mM,150mM,250 mM,300 mM) illustré une diminution de la longueur de racine et un chut remarquable marqué chez la concentration 200 mM Par contre le témoin enregistre une maximale longueur racinaire. Selon Benmeriem et al. (2019) Quelques halophytes peuvent empêcher **l'absorption excessive** de sel par exclusion du sel au niveau des racines et de la partie inférieure de la tige.

Aussi que le témoin il est plus marquée par rapport les concentrations traitées Chez *G. saharae* Le même effet selon Benrebaha et al (1987) pour l'espèce de *Retama retam* il y a une diminution de la longueur de partie racinaire par apport le témoin (32.78mm).

Selon Lachaal (1998), la longueur des racines comme un indicateur fiable de la tolérance au sel. Un système racinaire profond et dense joue un rôle clé dans l'ajustement osmotique sous les concentrations salines (Cremlen et al., 2014).

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes, ces effets 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 des feuilles et de la longueur de la tige et par conséquent l'augmentation du rapport racine/tige. Ainsi que l'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (Zid, 1982). Les racines sont directement en contact avec la salinité du sol et elles constituent la première ligne de défense contre le stress salin, des plantes ayant un système racinaire long sont capable d'absorbées plus d'eau et s'échapper aux zones salines (Benrebiha et al., 1987).

CONCLUSION

Conclusion

Au terme de notre étude qui s'intéresse à l'effet de stress salin sur deux espèces *Zygophyllum album* et *Genista saharae* en appliquant différentes concentrations de sel de NaCl à savoir 50 mM 100 mM 200 mM 250mM et 1 300 mM, dans le but de déterminer l'effet du stress salin sur les paramètres morphologiques au stade de croissance. Selon les résultats obtenus, Le stress salin a un effet néfaste sur la croissance (post –germination) des plantules du *Zygophyllum album* et de *Genista saharae* mais le degré de réponse vis-à-vis du stress salin, varie selon l'intensité du sel et un effet stimulant en concentration 50mM malgré que les deux espèces sont totalement différents en comportement végétatif.

Les résultats obtenus conduisent aux principaux points suivants :

- La croissance des systèmes souterrains et aériens en longueur a été influencés par la salinité.
- L'étude de l'effet du stress salin a révélé que l'élévation de la concentration du Chlorure de sodium (NaCl) provoque une diminution de la croissance des feuilles par rapport la longueur de tige à des fortes doses. Chez les deux espèces *Zygophyllum album* et *Genista saharae* et. Et par comparaison on a signalé la résistance de l'espèce *Genista saharae* tolérante.
- Les deux espèces de *Zygophyllum album* et *Genista saharae* ont exprimé pour les paramètres morphologiques une forte diminution de la longueur de racine dans des fortes doses de concentration en NaCl chez *Zygophyllum album* par rapport *Genista saharae*.
- La croissance en longueur diminue significativement en fonction de la concentration de NaCl. En plus, chez la plantule, la partie aérienne semble être plus touchée par le stress salin qu'à la partie souterraine.

La salinité a un effet très hautement significatif sur la croissance des deux espèces étudiée. à partir de notre résultat nous avons répondu a question posé dans le début de travail pour l'effet de stress salin sur la croissance en a compléter les études récents (les graines qui résisté la salinité dans le stade germination) et il y a aussi une résistance dans le stade croissance (post –germination) .

Notre étude n'est qu'une introduction dans un axe de recherche portant sur l'étude et l'effet de différentes concentrations salines sur le comportement morphologique des

plantes spontanées pour mieux comprendre l'adaptation de ces plantes sélectionner les espèces les mieux résistantes à la salinité, pour arriver à cet objectif il serait indispensable:

- D'étudier la réponse de croissance de ces espèces face au stress salin avec d'autres intervalles des concentrations
- D'étudier la réponse de espèces étudiées au stade de croissance en utilisant d'autres paramètres physiologiques et morphologiques anatomiques.
- D'étudier la réponse de croissance des espèces appartenant à la même famille pour mettre en évidence la comparaison.

Références bibliographiques

A

1. **Abdel-Kader D.Z., Saleh A.A.H.,2002.** Protection induced by external Ca⁺⁺ application on praline accumulation, ion balance, photosynthetic pigment, ABA concentration and protein of mustard seedlings (*Sinapis alba L.*) under salinity stress. 6Egyptian Journal of Biology, Agricultures.4 (4). : 263-273p
2. **Amirouche R., Misset M.T.,2009.** Flore spontanée d'Algérie: différenciation écogéographique des espèces et polyploïdie. Cahiers Agricultures, 18(6), 474-480p.
3. **Amrouche., Mesbah, 2017.** *Effet du stress abiotique sur l'accumulation des protéines totales chez deux variétés de blé dur (Triticum durum Desf).* Mémoire Master. Sciences Biologiques. Université des Frères Mentouri. Constantine.96p.
4. **Ansli R, 2019.** *Effet de stress salin sur la germination et croissance de l'espèce Oudneya africana R.* Mémoire Master. Sciences Biologiques Université Kasdi Merbah. Ouargla.55p.
5. **Asloum H., 1990.** *Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, Lycopersicum-esculentum L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres.* Thèse Doctorat. Université NICE SOPHIA-ANTIPOLIS. 24- 32p.
6. **Askri H., Rejeb S., Jebari H., Nahdi H et Rejeb M., 2007.** Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de trois variétés de pastèque (*Citrullus lanatus L.*) Science et changements planétaires / Sécheresse. 18(1) ,51-5p.
7. Augé. **Allakhverdiev S I, Sakamoto A, Nishiyama Y, Inaba M, Murata N. 2000b.** Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus sp.* Plant Physiol. 123 : 1047–1056p.

B

8. **Baba- Sidi- Kassi S, 2010.** *Effet du stress salin sur quelques paramètres phonologiques (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'Atriplex en vue d'une valorisation agronomique.* Mémoire de magistère. Université Kasdi Merbah. Ouargla, 75p.
9. **Bellaoudmou Chaima, Bennaoum Imene, Lakehal Soumia, 2018.** *Effet du stress salin sur la germination des graines de trois populations de Zygochloa albicoma L.* Mémoire licence. Sciences biologiques. Université Kasdi Merbah. Ouargla.

10. **Bellaoudmou Ch. Lakhal S, 2021.** *Effet de la salinité sur la croissance des plantules de l'Anabasis articulata (Amarantaceae).* Mémoire Master. Sciences Biologique Université Kasdi Merbah. Ouargla.62p.
11. **Belsk y A.J., Mwonga S.M., Amondson R.G., Duxbury J.M., Aliar., 1993.** Comparative effects of isolated trees on their undercanopy environments in high-and low-rainfall savannas. *Appl. Ecol.*, 30 : 143-145.
12. **Ben Ahmed H., Zid E., El Gazzah M. et Grignon C., 1996-** Croissance et accumulation ionique chez *Atriplex halimus L.* *Cahier Agriculture*, 5(5),.365-372p.
13. **Ben kaddour M., 2014.** *Modifications physiologiques chez des plantes de blé (Triticum durum Desf) exposées à un stress salin.* Thèse doctorat. Sciences Biologiques Université badji mokhtar. Annaba.108p.
14. **Benkolli M et Bouzeghaia B., 2016.** *Etude biochimique de dix variétés de blé dur (Triticum durum Desf.) Sous l'effet d'un stress oxydatif gènèrè par un stress hydrique.* *Mèmoire.* Université. Des frères Mentouri.Constantine 69p.
15. **Benmeriem Fouzia, Benlif Safa, 2019.** *Réponse physio-biochimique de Zygophyllum album L. à la salinité.* Mémoire Master. Sciences Biologiques. Université Kasdi Merbah. Ouargla.73p.
16. **Ben Naceur M., Rahmone C., Sdiri H., Meddahi M.L., Selmi M., 2001.** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. *Sécheresse*. 12(3) ,167-174p.
17. **Benrebiha F. Z., 1987.** *Contribution à l'étude de la germination de quelques espèces d'Atriplex locales et introduites.* Mémoire Magister, science agronomique. Ed institut national agronomique (I.N.A) EL Harrach, 119 p.
18. **Benrebiha M ., Torchit N., Bouchenak F . Chaouia C , 2011.** Effet du stress salin sur la germination et la croissance de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso.). 1(2) : 37-42p.
19. **Bentabal et Hassani ,2018.** *Effet de stress salin sur la germination et la croissance des plantules de Genista saharae et Retama retam L.* Mémoire Master. Sciences Biologique Université Kasdi Merbah. Ouargla.48p.
20. **Berregghda I., 2021.** *Effet de la salinité sur la germination et post-germination d'Anabasis articulata (Amarantaceae).* Mémoire Master. Sciences Biologique. Université Kasdi Merbah Ouargla.58p
21. **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 et Casse F., 2003.** Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. *Embo Journal*, 22(9) .2004- 2014p.
- 22. Bois G, 2005.***Ecophysiologie de semis de conifères ectomycorhizés en milieu salin et soclique.* Thèse doctorat. Université de Marseille. France.187p.
- 23. Bouaouina., S., Zid, E. et Hajji., M., 2000.** Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum L.*). *CIHEAM –Options Méditerranéennes.*6(40) 239-243 p.
- 24. Bouchoukh I., 2010-** *Comportement éco-physiologique de deux Chénopodiacées des genres Atriplex et Spinacia soumises au stress salin,* Thèse Magister, Université des frères Mentouri.Constantine.164p.
- 25. Boudhane H., Chabbi H., 2015.** *Effet du stress salin et stress hydrique sur la germination de quelques plantes spontanées sahariennes.* Mémoire licence. Sciences Biologiques. Université Kasdi Merbah. Ouargla. 57p.
- 26. Boukortt Y., 2016.** *Effets de la salinité sur les caractéristiques physico-chimiques d'un sol du périmètre du Bas Cheliff et sur le comportement écophysiologique de la courgette (Cucurbitapepo).* Mémoire Master .science agronomique. Université Abd El Hamid Ibn Badis. Mostaganem.89p.

C

- 27. Calu G., 2006.** Effet du stress salin sur les plantes. Comparaison entre deux plantes modèles : *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiella halophila*. *Trends in Plant Science.* 1-8p.
- 28. Chaouch khouane R, Boukhetta Z., 2015.** *Effet de stress abiotique « salin et hydrique » sur la germination de quelques espèces spontanées sahariennes.* Mémoire licence. Sciences Biologiques. Université Kasdi Merbah Ouargla 128p
- 29. Chehma., 2006.**Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Laboratoire de protections des écosystèmes en zones arides et semi arides. Université de Ouargla. Ed Dar El Houda ,140p.
- 30. Chinnusamy V., Zhu J., Zhu J.K., 2006-**Gene regulation during cold acclimation in plants. *Physiologia Plantarum.*126(1). 163p.
- 31. Cremlen R., Masan H., Bensen R., Boyer Mullet J, 1990.** Water deficit and abscisic acid cause differential inhibition of shoot versus root growth in soybean seedlings. *Plant physiol.*92:205-214p.

D

- 32. Dahli k. 2019.** *Action combinée d'un herbicide et de la salinité sur la germination du Gombo (Abelmoschus esculentus L.)* Thèse doctorat. Université Ahmed Ben Bella. Oran.117p.
- 33. Duchaufour P., 1983.** Pédologie pédogénèse et classification. Ed. Masson, 491 p.
- 34. Debez A., Chaibi W., Bouzid S., 2001.** Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'Atriplex halimus L. Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones/Agricultures, 10(2): 135- 138p.

E

- 35. El Hamsas El Youbi A., 2010.** Criblage pharmacologique primaire d'une plante endémique originaire du Sud Marocain (Tetraena gaetula), Pharmacologie, toxicologie, C. R. Biologies. 333 : P : 736–743p.
- 36. El Ghou J, Ghanem-Boughanmi N, Ben-Attia M., 2011.** Biochemical study on the protective effect of ethanolic extract of Zygophyllum album on streptozotocin-induced oxidative stress and toxicity in mice, Biomedicine & Preventive Nutrition 1: 79–83p.
- 37. El Keblawy A., Al Neyadi S.S., Rao M.V., Al-Marzouqi A.H., 2011a.** Salinity, light and temperature affect seed germination of sand dunes glycophyte Cyprus conglomeratus growing. Seed Science and technology. 39 : 364-376p.
- 38. EL Keblawy A., Al-Ansari F., Al-Shamsi N., 2011b.** Effects of temperature and light on salinity tolerance during germination in two desert glycophytic grasses, Lasiurus scindicus and Panicum turgidum. Grass and Forage Science. 66 :173– 182p.
- 39. El Madidi S., El Baroudi B., Baniaameur F., 2003.** Variation de la tolérance à la salinité chez l'orge pendant la germination et la croissance des plantes. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, 23(2-4): 109- 115p.
- 40. El-Mekkaoui M. 1990.** Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le et de la salinité. Rev. FAC.Sc. Tunis, 2 : 195-205. ETIENNE : 188-235. Francophones/Agricultures, 10(2): 135- 138p.
- 41. El-Mekkaoui M., 1990.** Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez Enhanced Tolerance to Oxidative Stress in Transgenic Arabidopsis Plants Expressing Proteins Etude de la germination des graines d'aracia tortilis sous différentes contraintes abiotiques. Biotechnol. Agro. Soc. Environ., 14 (4) :643-652p.

F

42. **Fahmy G. M., S. A. Ouf., 1999.** Significance of microclimate on phylloplane mycoflora of green and senescing leaves of *Zygophyllum album L.* Journal of Arid Environments .41:257–276p.
43. **Fathalli N., Bizid, E., 1986.** Effect of sodium chloride on the growth and the content in glucides in medicagociliaris. In: colloquium about plants in arid environment, faculty of sciences, Tunis. 416-429p.
44. **Flowers T., Troke P., Yeo A., 1977.**The mechanism of salt tolerance in halophytes. Annual Review of Plant Physiology 28 :89–12p.

G

45. **Gill, K.S., 1979.** Effects of soil salinity on grain filing and grain development in burly. Biologia plantarum. 24 (4): 266-269p.
46. **Gorai Mustapha et Gasmi Hayet et Neffati Mohamed., 2011.** Factors influencing seed germination of medicinal plant *Salvia aegyptiaca L.* (Lamiaceae). Saudi Journal of Biological Sciences. 18 : 255-260p.

H

47. **Hamdoud, 2012.** *Effet du stress salin sur la croissance et la physiologie de la féverole (vicia faba. L).* These Magister. Ecole national supérieure agronomique. El-Harrach.59p.
48. **Hopkins W.G., 2003** - physiologie végétale-traduction de la 2ème édition. Américane par Serge.R. Ed. de Book..66-81p.
49. **Hustan M.A., 1994.** Biological diversity; the coexistence of species on changing and scapes. Cambridge University Press, New York, USA.615p

I

50. **Ionut-Florin P., 2016.** *Valorisation des Activités biologiques de certaines espèces végétales sahariennes Nord-Africaines.* Thèse doctorat. Sciences Agronomiques. Université de Bordeaux, 2016. France.152p.
51. **Ismail, A.M.A., 1990.**Germination ecophysiology in populations of *Zygophyllum qatarense*. Hadidi from contrasting habitats. Effect of temperature, salinity and growth regulators with special reference to fuscococcin. Journal of arid environments, 18 : 185-194.

K

52. **Karoune S., Kechebar M.S.A, Halis Y., Djellouli A. et Rahmoune C, 2017.** Effet du stress salin sur la morphologie, la physiologie et la biochimie de l'Acacia albida. Journal Algérien des Régions Arides (JARA) (14) : 60-73p.
53. **Kherraze M.El., Lakhdari K.,Kharfi Y.,Benzaoui T.,Belroussi S.,Bouhanna M.,Sebaa A.,2010.** Atlas floristique de la vallée d'Oued-Righ par écosystème. Centre de recherche scientifique et technique sur la région aride, Omar El Bernaoui, Station Milieu biophysique-Touggourt, 173p.
54. **Klein M.A., Sekimoto H., Milner M.J., Kochian L.V., 2008.** Investigation of heavy Metal Hyperaccumulation at the Cellular Level : Development and Characterization of *Thlaspi caerulescens* Suspension Cell Lines. Plant Physiol. 147 : 2006- 2016p.
55. **Krama Khaoula, Rahmani Saliha, 2018.** Réponse biochimique de la plante *Zygophyllum album L.* à la salinité. Mémoire Master. Sciences Biologiques. Université Kasdi Merbah. Ouargla.

L

56. **Lachaal M., C. Abdelly, A. Soltani, M. Hajji & C. Grignon,1995.** Réponse physiologique de quelques légumineuses spontanées et cultivées à la contrainte saline. Colloques INRA, 77, 93-109p.
57. **Larher F., Huqis M., Gernat-Sauage D., 1987.** Les colloques d'INRA. N°7, nutrition azotée des légumineuses, P.GUY. Ed INRA: 181-192p.
58. **Lachaal M.,1998.** Variabilité de la réponse à la salinité chez la lentille, et variation en fonction du stade de développement. Thèse doctorat. Université de Tunis II. Faculté des sciences de Tunis.226p
59. **Lee G., Carrow R.N., Duncan R.R., Eiteman M.A., Rieger M.W., 2008.** Synthesis of organic osmolytes and salt tolerance mechanisms in *Paspalum vaginatum*. Environmental and Experimental Botany, 63 : 19-27p.
60. **Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P., Casse-Delbart F., 1995.** Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures.4 (4): 263-273p.
61. **Levitt J., 1980.** Réponses of plants to environmental stresses. Water radiation, Salt and others stresses. Academic Press, New York, II : 365-406p.
62. **Luhua S., Ciftci-Yilmaz S., Harper J., Cushman J., Mittler R., 2008.** Enhanced Tolerance to Oxidative Stress in Transgenic Arabidopsis Plants Expressing Proteins of Unknown Function. Plant Physiol. 148 : 280-292p.

M

- 63. Mahajan, S., N. Tuteja. 2005.** Cold, salinity and drought stresses an overview. Archives Biochem and Biophysic. 444: 139-158p.
- 64. Mahdhi et al, 2007.** Phenotypic and genotypic diversity of *Genista saharae* microsymbionts from the infra-arid region of Tunisia. Laboratoire de Biotechnologies .Tunisia 45: 604-609p.
- 65. Mallek-Maalej L; Boulasnem F et Bensalem M., 1998.** Effet de la salinité sur la germination de graines de céréales cultivées en Tunisie. Cahiers Agricultures, 2 : 153-6p.
- 66. Medjber Teguib, 2014.** Etude de la composition floristique de la région du souf (sahara septentrional algérien). Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides. Ouargla. 4(1) : 53-59p.
- 67. 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.
- 68. Mohammad M. Shibli R, Ajouni M, Nimri L. 1998.** Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. J Plant Nutr. 21 : 1667–1680p.

N

- 69. Neffati m,1994.** Caractérisation morpho-biologique de certaines espèces végétales Nord-africaines. Implications pour l'amélioration pastorale. Thèse Doctorat. Science Biologique Université Gent. 264p.

O

- 70. Ozenda P.,1991.** Flore et végétation du Sahara. 2ème édition. Ed. C.N.R.S. Paris. 622p.

R

- 71. Rejili M., Vadel M A., Neffatp M., 2006** - Comportements germinatifs de deux populations de *Lotus creticus* (L.) en présence du NaCl. Revue des Régions Arides, 17(1) : 65- 78p.

S

72. **Selami Fet Meddour Z, 2016.** *Effet du stress salin sur la germination des graines de quelques plantes spontanées sahariennes (Retama retam, Genista saharae Asphodelus tenuifolius et Oudneya africana).* Mémoire Master. Sciences Biologiques. Université Kasdi Merbah. Ouargla. 57p.
73. **Sun N. Zheng, 1994.** Inverse problems in groundwater modeling, Theory and applications of transport in porous media v. 6, Dordrecht, Boston: Kluwer Academic, 337 p.

T

74. **Tlig T, Gorai M, Neffati M., 2008.** Germination responses of *Diploptaxis harra* to temperature and salinity. *Flora*. 203 : 421–428p.
75. **Trabelsi H, Kherraze M., 2020.** Effects of Abiotic Stress on Seed Germination of Some Algerian Sahara Psammohalophyte Species. *Handbook of Halophytes*. 1-22p
76. **Tremblin G., 2000.** Comportement auto-écologique de *Haloepelis amplexicaulis*: plante pionnière des sebkhas de l'ouest algérien. *Sécheresse*, 11 (2):109-116p.

W

77. **Wang Y., Nil N., 2000.** Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 75 :623–627p

Z

78. **ZID E., 1982.** Relations hydriques dans la feuille de *Citrus aurantium* : effets de l'âge et de la salinité. *Rev. FAC. Sc. Tunis*, 2 : 195- 205p.

ANNEXES

Annexe 1: Méthode de calcul de la capacité de rétention

Dans un pot de gobelet en plastique on met 28 g de terreau (P1), puis on verse l'eau distillée jusqu'à saturation et pesé (P2). Ce pot est ensuite mis sur la paille pendant 48 heures. Après cette durée de temps, le pot est repesé (P3).

$$CR = \frac{\text{Poids du sol humide (P2)} - \text{Poids du sol sec(P3)}}{\text{Poids du sol sec(P3)} - \text{Poids (pot et gravier)(P1)}} \times 100$$

Selon la loi La capacité de rétention est égale 33 ml pour 28 g de substrat.

Annexe 2: Les plantules de *Zygophyllum album* et de *Genista saharae* en 3^{ème} jour de stress salin.



Photo 10: Les plantules de *zygophyllum album* en 3^{ème} jour de stress salin.



Photo 11: Les plantules de *Genista saharae* en 3^{ème} jour de stress salin.

Annexe 3: L'analyse de la variance à l'aide du test Newman-Kauls des plantules de *Zygophyllum album* et de *Genista Saharae* sous stress salin.

Tableau 4: Mesures morphologiques (moyenne et standard erreur) des plantules de *Zygophyllum album* sous stress salin.

Paramètres	Longueur de feuilles (mm)	Longueur des tiges (mm)
0 Mm	1,13±0,32	4,22±0,81
50 Mm	2,66±0,11	8,98±0,94
100 mM	2,40±0,12	6,66±0,35
150 mM	1,93±0,27	5,14±0,70
200 mM	2,23±0,23	5,41±0,67
250 mM	2,40±0,16	6,92±0,75
300 mM	2,51±0,18	7,20±0,91
F	5,78	4,36
P	0,0001	0,0005

Tableau 5 : Mesures morphologiques (moyenne et standard erreur) des plantules de *Genista saharae* sous stress salin.

Paramètres	Longueur de feuilles (cm)	Longueur des tiges (cm)
0 mM	0,42±0,03	1,60±0,14
50 mM	1,61±0,14	2,20±0,08
100 mM	0,52±0,06	1,66±0,14
150 mM	0,37±0,04	1,04±0,09
200 mM	1,08±0,13	1,60±0,12
250 mM	0,44±0,03	1,68±0,15
F	5,26	1,28
P	0,0003	0,2805

Annexe 4: L'analyse de la variance de la racine à l'aide du test LSD des plantules de *Zygophyllum album* et de *Genista saharae* sous stress salin.

Tableau 6: Mesures morphologiques (moyenne et standard erreur) des plantules de *Zygophyllum album* sous stress salin.

Paramètres	0Mm	50Mm	100mM	150mM	200mM	250mM	300mM
Longueur de la racine (mm)	14,04±0,3	5,32±0,92	6,26±0,48	5,45±0,16	2,75±0,13	8,41±0,18	7,39±0,57

Tableau 7: Mesures morphologiques (moyenne et standard erreur) des plantules *Genista saharae* sous stress salin.

Paramètres	0mM	50mM	100mM	150mM	200mM	250mM
Longueur de la racine (mm)	6,28±0,20	2,91±0,04	4,11±0,78	2,35±0,13	2,84±0,31	2,98±0,62

Effet de stress salin sur la croissance (post – germination) des plantules de *Zygophyllum album* et *Genista saharae*.

Résumé

Le présent travail porte sur l'étude l'effet du stress salin sur le comportement morphologique aérien/souterrain au stade de post-germination de deux espèces spontanées du Sahara à savoir *Zygophyllum album* et *Genista Saharae*. Les graines des deux espèces ont été mises en germination dans des godets contenant un substrat de terreau, ensuite nous avons appliqué différentes concentrations en NaCl, à savoir 50, 100, 150 ,200 ,250 et 300 mMol/ sur les jeunes plantules âgées de 11jours. Les résultats obtenus après 18^{ème} jours de croissance montrent que le stress salin a un effet dépressif sur la croissance de la longueur des feuilles chez les deux espèces ; provoquant une réduction très hautement significative de la salinité sur les paramètres morphologiques et significative entre la salinité et la longueur des racines chez *Z. album* Cependant, une réduction significative entre la salinité et les paramètres morphologiques chez *G. saharae* mais, aucune signification n'a été signalée sur la longueur des racines.

Mots-clés: stress, NaCl, morphologie, croissance *Zygophyllum album*, *Genista saharae*.

Effect of salt stress on seedlings growth (post - germination) of *Zygophyllum album* and *Genista saharae*

Abstract

The present work concerns the study of the effect of salt stress on the aerial / underground morphological behavior at the post-germination stage of two spontaneous species of the Sahara, namely *Zygophyllum album* and *Genista Saharae*. Grown in pots containing potting soil substrate using different NaCl concentrations 50, 100, 150, 200, 250 and 300 mMol on the young seedlings aged 11 days. The results obtained after 18 the days of growth show that the salt stress has a depressive effect on the growth of the length of the leaves in both species: causing a very highly significant reduction in salinity on morphological parameters and significant between salinity and root length in *Z. album* However, a significant reduction between salinity and morphological parameters in *G. saharae* but, no significance has been reported on root length.

Keywords: *Zygophyllum album*, *Genista saharae*, stress, NaCl, morphology, growth.

تأثير إجهاد الملح على نمو (بعد الإنتاش) نبات العقدة والمرخ

الملخص

يتعلق العمل الحالي بدراسة تأثير الإجهاد الملحي على السلوك المورفولوجيا الخضرية / الجذرية في مرحلة ما بعد الإنتاش لنوعين من النبات البري من الصحراء، وهما العقدة *Zygophyllum Album* والمرخ *Genista Sahara* ينمو في أصص تحتوي على ركيزة من التربة باستخدام تركيزات مختلفة من كلوريد الصوديوم 50، 100، 150، 200، 250، 300 مل / مول على الشتلات الصغيرة التي يبلغ عمرها 11 يومًا. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها بعد 18 يومًا من النمو أن الإجهاد الملحي له تأثير اكتنابي على نمو طول الأوراق بالنسبة إلى سيقان / جذور النوعين. تسبب في انخفاض معنوي للغاية بين الملوحة والمعلّمت الشكلية ومعنويًا بين الملوحة وطول الجذرعقدة. بالإضافة إلى انخفاض معنوي بين الملوحة والمعلّمت الشكلية للمرخ ولكن لا توجد معنوية بين الملوحة وطول الجذر.

الكلمات المفتاحية: العقدة، المرخ، إجهاد، NaCl، مورفولوجيا، نمو.

Effet de stress salin sur la croissance (post – germination) des plantules de *Zygophyllum album* et *Genista saharae*.

Résumé

Le présent travail porte sur l'étude l'effet du stress salin sur le comportement morphologique aérien/souterrain au stade de post-germination de deux espèces spontanées du Sahara à savoir *Zygophyllum album* et *Genista Saharae*. Les graines des deux espèces ont été mises en germination dans des godets contenant un substrat de terreau, ensuite nous avons appliqué différentes concentrations en NaCl, à savoir 50, 100, 150, 200, 250 et 300 mMol/ sur les jeunes plantules âgées de 11 jours. Les résultats obtenus après 18^{ème} jours de croissance montrent que le stress salin a un effet dépressif sur la croissance de la longueur des feuilles chez les deux espèces ; provoquant une réduction très hautement significative de la salinité sur les paramètres morphologiques et significative entre la salinité et la longueur des racines chez *Z. album* Cependant, une réduction significative entre la salinité et les paramètres morphologiques chez *G. saharae* mais, aucune signification n'a été signalée sur la longueur des racines.

Mots-clés: stress, NaCl, morphologie, croissance *Zygophyllum album*, *Genista saharae*.

Effect of salt stress on seedlings growth (post - germination) of *Zygophyllum album* and *Genista saharae*

Abstract

The present work concerns the study of the effect of salt stress on the aerial / underground morphological behavior at the post-germination stage of two spontaneous species of the Sahara, namely *Zygophyllum album* and *Genista Saharae*. Grown in pots containing potting soil substrate using different NaCl concentrations 50, 100, 150, 200, 250 and 300 mMol on the young seedlings aged 11 days. The results obtained after 18 the days of growth show that the salt stress has a depressive effect on the growth of the length of the leaves in both species: causing a very highly significant reduction in salinity on morphological parameters and significant between salinity and root length in *Z. album* However, a significant reduction between salinity and morphological parameters in *G. saharae* but, no significance has been reported on root length.

Keywords: *Zygophyllum album*, *Genista saharae*, stress, NaCl, morphology, growth.

تأثير إجهاد الملح على نمو (بعد الإنبات) نبات العقّة والمرخ

الملخص

يتعلق العمل الحالي بدراسة تأثير الإجهاد الملحي على السلوك المورفولوجيا الخضريّة / الجذرية في مرحلة ما بعد الإنبات لنوعين من النبات البري من الصحراء، وهما العقّة *Zygophyllum Album* والمرخ *Genista Sahara* ينمو في أصص تحتوي على ركيزة من التربة باستخدام تركيزات مختلفة من كلوريد الصوديوم 50، 100، 150، 200، 250، 300 مل / مول على الشتلات الصغيرة التي يبلغ عمرها 11 يومًا. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها بعد 18 يومًا من النمو أن الإجهاد الملحي له تأثير اكتنابي على نمو طول الأوراق بالنسبة إلى سيقان / جذور النوعين. تسبب في انخفاض معنوي للغاية بين الملوحة والمعلّات الشكلية ومعنويًا بين الملوحة وطول الجذر العقّة. بالإضافة إلى انخفاض معنوي بين الملوحة والمعلّات الشكلية للمرخ ولكن لا توجد معنوية بين الملوحة وطول الجذر.

الكلمات المفتاحية: العقّة، المرخ، إجهاد، NaCl، مورفولوجيا، نمو.