

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun -Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine: "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière: " Biologie "

Spécialité: " Génétique moléculaire et Amélioration des plantes "

Présenté et soutenu publiquement par :

M^{lle}. BALI KHAIRA

M^{lle}. BENZINIA FATIHA

Thème

**L'effet du plomb sur la germination et début de croissance d'une
halophyte *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt.**

JURY:

Président : M^{me} MOKHFI FATIMA ZOHRA M.C.B.

Examineur : M^{lle} BOUZID ASSIA Dr.

Promoteur : M^{lle} SOUALMI NADIA M.A.A.

Année universitaire : 2017 – 2018

Remerciements

Tout d'abord, grâce à AL WAHID AL AHAD qui nous a créé, nous a protégé, qui est toujours avec nous qu'il ne nous laisse jamais seuls. Louanges à **ALLAH**.

Nous voudrions remercier du fond du cœur Madame **Soualmi Nadia**, enseignante à l'université d'Ibn Khaldoun Tiaret, qui a encadré cette étude au quotidien.

Elle fut toujours présente, en particulier lorsque nous sommes confrontées au doute, nous lui sommes reconnaissantes pour sa grande disponibilité, son ouverture d'esprit, son dynamisme et son optimisme, ainsi que pour ses multiples et précieux conseils scientifiques, professionnels ou tout simplement humains.

Nous tenons à remercier les membres de jury :

M^{me} **Mokhfi Fatima Zohra**, pour avoir bien voulu présider le jury.

M^{lle} **Bouزيد Assia**, pour examiner et juger ce travail.

Nous tenons à remercier toutes les équipes des laboratoires, de protection des végétaux, de physiologie végétale et amélioration des plantes qui était toujours présentes durant notre travail

Toute ma gratitude à mes collègues de promotion

Enfin, tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à

l'élaborat²ion de ce projet qu'ils trouvent ici l'expression de nos sincères remerciements.

Dédicace

Je dédie ce travail

À Ma très chère honorable mère, qui représente pour moi le Symbole de la bonté par excellence, je te dédie ce travail en Témoignage de mon profond amour, puisse Dieu le tout puissant, te Préserver et t'accorder santé.

*À Mon très cher père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, L'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi.
Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon Éducation et mon bien être.
Je souhaite de tout mon cœur que Dieu les garde près de moi*

À mes frères

Et à mes sœurs

À tous mes amis

Bali Kheira

Dédicace

Je dédie ce travail

A mes parents

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...
Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour
Le respect, la reconnaissance...
Aussi, c'est tout simplement que
Je souhaite que Dieu vous préserve une longue vie.*

A mes sœurs et mes frères

A eux tous, je souhaite un avenir plein de joie et de bonheur

A tous les membres de ma famille

A tous mes amis

BENZINIA FATIHA

Liste des abréviations

C° : Dégre celsius

G.cm⁻³ : Gramme par centimètre⁻³

G.l⁻¹: Gramme par litre

Hg : Mercure

Mg/kg : Milligramme /kilogramme

Pb(NO₃)₂ :Nitrate de plomb

Pb²⁺ : Plomb⁺²

PbCO₃ : Carbonate de plomb

ppm : Partie par million

PSA : Poids sec de la partie aérienne

PSA : Poids sec Partie aeriene

PSR : Poids sec de la partie racinaire

TGF :Taux de germination final

Tm :Temp moyen de germination

Liste des abréviations

C° : Dégre celsius

G.cm⁻³ : Gramme par centimètre⁻³

G.l⁻¹: Gramme par litre

Hg : Mercure

Mg/kg : Milligramme /kilogramme

Pb(NO₃)₂ :Nitrate de plomb

Pb²⁺ : Plomb⁺²

PbCO₃ : Carbonate de plomb

ppm : Partie par million

PSA : Poids sec de la partie aérienne

PSA : Poids sec Partie aeriene

PSR : Poids sec de la partie racinaire

TGF :Taux de germination final

Tm :Temp moyen de germination

Liste des figures

Figure 01: Coupe transversale de racine, avec le passage des ions selon les voies symplastiques et apoplastiques (GOBAT *et al.* 1998)06

Figure 02 : Fruits *d'Atriplex canescens*(Purch) Nutt.
Fourwing Saltbush fs.fed.us.https://www.google.dz.....12

Figure 03 : Localisation de la daïra dans la wilaya de Tiaret.
https://Fr.m.Wikipedia.org/wiki /Da%C3%AFra-d%27A%C3%AFn-Deheb.....17

Figure 04 : Taux final de germination(en%) des plantes *d'Atriplex canescens*(Purch) Nutt en fonction des différents traitements21

Figure 05 : temps moyen de germination(en jours) des plantes *d'Atriplex canescens*(Purch) Nutt en fonction des différents traitements au plomb en ppm.....22

Figure 06 : Variation de longueur de la tige principale des plantes *d'Atriplex canescens*(Purch) Nutt en fonction des différents traitements au plomb en ppm.....24

Figure 07: Nombre des ramifications secondaires *d'Atriplex canescens*(Purch) Nutt en fonction des différents traitements au plomb en ppm.....25

Figure 08: Variation des longueurs de la racine principale des plantes *d'Atriplex canescens* (Purch) Nutt en fonction des traitements au plomb en ppm.....26

Figure 09: Variation des volumes racinaires des plantes *d'Atriplex canescens*(Purch) Nutt en fonction des traitements au plomb en ppm.....27

Liste des photos

Photo 01: Arbuste d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. AinDheb2018.....**11**

Photo 02: Feuilles d'*Atriplex canescens* (Purch) Nutt(Original 2018).....**11**

Photo 03 : Graines d'*Atriplex canescens*(Purch) Nutt(Original 2018)**12**

Photo 04 : La mise en germination des graines dans l'étuve 2018.....**18**

Photo 05 : Les graines germées d'*Atriplex canescens*(Purch) Nutt *original 201*.....**19**

Photo 06 : les plantes récoltées ainsi que la séparation de leurs tiges de leurs racines original 2018..... **23**

Liste des tableaux

Tableau 01: La Composition de la solution Mairol.....19

Table des matières

Liste des abréviations
Liste des figures
Liste des photos
Liste des tableaux
Introduction

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

PARTIE 01 : Les métaux lourds

I.1. Les métaux lourds
I.1.1. Définition des métaux lourds 03
 -Les métaux essentiels..... 03
 -Les métaux toxiques 03
I.1.2. Pollution par le plomb 03
I.1.2.1. Le plomb dans l'air 03
I.1.2.2. Le plomb dans le sol 03
I.1.3. Le devenir du plomb dans la plante 04
I.1.4. L'absorption du plomb par les racines..... 04
I.1.5. L'effet du plomb sur la plante..... 06

PARTIE 02 : la plante

I.2. La plante
I.2.1. Généralité sur le genre *Atriplex* 09
I.2.2. Intérêts de *l'Atriplex*..... 09
I.2.2.1. Intérêts écologiques.....09
I.2.2.2.Intérêt fourrager..... 10
I.2.3.*Atriplex canescens*(Pursh) Nutt 10
I.2.3.1.Origine et répartition.....10
I.2.3.2.Systématique.....10
I.2.3.3. Caractères morphologiques.....10

PARTIE 03 : La germination

I.3. La germination	
I.3.1. Définition de la semence.....	13
I.3.2. La germination.....	13
I.3.2 .1. Définition de la germination.....	13
I.3.2.2. Les conditions de la germination.....	13
I.3.2.2.1. Les conditions internes.....	13
➤ Maturité	13
➤ Longévité.....	14
I.3.2.2.2. Les conditions externes.....	14
➤ Eau.....	14
➤ Oxygène.....	14
➤ Température.....	14
➤ La lumière.....	15
I.3.2.3. Les phases de la germination.....	15

CHAPITRE II : Matériel et méthodes

II.1. Matériel	16
II. 1.1. Matériel végétal.....	16
II.1.2. Caractéristiques de la zone de prélèvement des graines.....	16
II. 2. Méthodes.....	17
II.2.1. Test sur la germination.....	17
II.2.1.1. Préparation des graines pour la germination.....	17
II.2.1.2.Mesures effectués.....	17
➤ Taux de germination final.....	17
➤ La vitesse de germination.....	17
II.2.2. Préparation du substrat.....	18
II. 2.3. Préparation des pots	18
II.2.4. Repiquage des graines germées.....	18
II.2.5. Préparation de la solution d'arrosage.....	19
II. 2.5.1. La solution nutritive.....	19

II.2.5.2. Préparation de la solution de stress.....	19
II.2.6.Mesures effectués.....	20
II.2.6.1 .La partie aérienne	20
➤ La hauteur de la tige.....	20
➤ Nombre de ramifications.....	20
➤ Poids sec de la partie aerienne.....	20
II.2.6 2.Partie souterraine.....	20
➤ La longueur des racines.....	20
➤ Le volume des racines.....	20
➤ Poids sec de la partie souterraine.....	20
II.3. Test statistique	20

CHAPITRE III : Résultats et discussion

III.1. Résultats.....	21
III.1.1. Résultats des tests sur la germination.....	21
III.1.1.1.Taux de germination.....	21
III.1.1.2.Temps moyen de germination.....	22
III.1.2. Partie aérienne.....	24
III.1.2.1.. Hauteur de la tige.....	24
III.1 .2.2.Nombre des ramifications.....	25
III.1.3. Partie souterraine.....	26
III.1.3.1. Longueurs de la racine.....	26
III.1.3.2. Volumes racinaires.....	27
III.2. Discussion.....	28
Conclusion générale	30

Référence bibliographique

Annexes

Introduction

Le problème des sols contaminés est aujourd'hui très préoccupant pour les pays émergents. Les métaux lourds tels que le plomb, le cadmium, le cuivre, le zinc, et le mercure ne peuvent pas être biodégradés et donc persistent dans l'environnement pendant de longues périodes. De plus ils sont continuellement rajoutés dans les sols par diverses activités : en agriculture par l'application de boues d'épuration ou dans l'industrie métallurgique (**WANG et al., 2003**) De nombreuses recherches, dans le domaine de l'écotoxicité des métaux lourds, s'accordent sur le fait que le risque résulte non pas des concentrations totales relevées dans les sols pollués, mais de leur fraction biodisponible (**ADEME., 2001 ; SCHEIFLER et al., 2003 ; ADRIANO., 2001 ; JANSSEN et al., 2003 ; MC LAUGHLIN et al., 2000 ; VAN STRAALLEN., 2002 ; HAMEL et al., 1999**). La mobilité des espèces chimiques métalliques peut être définie par leur aptitude à être transférées vers des compartiments du sol où elles sont moins énergiquement retenues, le compartiment ultime étant la phase liquide représentée par la solution du sol. C'est cette dernière qui constitue le réservoir principal d'alimentation pour les plantes (**KABATA-PENDIAS and PENDIAS., 2001 ; MC LAUGHLIN et al., 2000**).

Le plomb est l'un des contaminants les plus répandus dans l'environnement (**JARUP, 2003 ; HERNANDEZ-OCHOA et al., 2005**), toxique, même à faible concentration pour de nombreux organismes vivants (**CITEPA., 2009**). Son accumulation dans l'environnement peut se répercuter sur la santé des êtres humains et des animaux (**WANG et al., 2003**).

Dans les sols, le plomb peut induire une dégradation de l'activité biologique (**DUMAT et al.,2006**) et de la qualité des eaux et des plantes (**CECCHI.,2008**).De nombreux chercheurs se sont intéressés à l'impact du plomb sur les végétaux ;ce polluant affecte le métabolisme global de la plante, notamment la photosynthèse (**FARGASOVA.,2001 ;SHARMA et DUBEY.,2005**), inhibe l'élongation racinaire(**PENG et al .,2005**) et peut causer des dommages membranaires (**SEREGIN et IVANOV .,2001 ;SHARMA et DUBEY.,2005**) .

Il présente également une forte affinité pour les protéines qui possèdent des groupements thiols ou des cofacteurs métalliques (métallo-enzymes) (**POURRUT., 2008**). Le plomb peut minéraliser la paroi cellulaire, diminuer ainsi sa plasticité, et par conséquent influence le potentiel hydrique de la cellule (**POURRUT.,2008 ;BITEUR .,2012**).Ce phénomène est accentué par la diminution observée des concentrations en molécules maintenant la turgescence cellulaire (**BARCELO et POSCHENRIEDER .,1990**).Cette modification du potentiel hydrique cellulaire ,en particulier au niveau des cellules de gardes,

pose des problèmes de régulation stomatiques (KOSOBROUKHOV et al.,2004 ;WERYSZKO-CHMIELEWSKA et CHWIL.,2005).

Certaines plantes sont capables d'adsorber et d'absorber les métaux au niveau de leurs racines, puis de les transloquer vers leurs parties aériennes (PIGNOL et COVES .,2003).

Dans le but d'explorer l'effet du plomb sur les modifications et les réponses de la plante face à cet élément, nous nous sommes intéressées à une halophyte : l'*Atriplex canescens*(Pursh) Nutt pour ses intérêts écologiques et économiques.

Cette plante constitue un excellent fourrage pour le cheptel, notamment en périodes de disette (RAHMOUNE et al., 2004) .Dotées d'une biomasse aérienne et racinaire assez importante, elle constitue un outil efficace et relativement peu coûteux dans la lutte contre l'érosion, la salinisation et la désertification des sols, surtout en zones steppiques (ESSAFI et al. ,2007).

L'objectif de ce travail consiste à :

- Étudier le comportement de cette espèce à la phase de germination.
- Observer la croissance de la plante en phase juvénile sous l'effet du plomb.

Le mémoire que nous présentons se divise en deux grandes parties :

- ✓ La première est consacrée à une recherche bibliographique sur les métaux lourds (définition, pollution par le plomb, absorption et devenir du plomb dans la plante....), l'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt (définition, description, intérêts), enfin, la germination (définition, conditions de germination, phases de germination).
- ✓ La seconde partie concerne l'étude expérimentale comprenant une description du matériel utilisé et les différentes étapes expérimentales adoptées et les mesures effectuées, ainsi qu'une présentation des résultats et leur discussion.

CHAPITRE I

Données bibliographiques

PARTIE 01

Les métaux lourds

I.1. Les métaux lourds

I.1.1. Définition des métaux lourds : On appelle en général « métaux lourds » les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes caractérisés par une masse volumique élevée, supérieure à 5 g.cm^{-3} (HOLLEMAN et WIBERG., 1985). Selon TREMEL-SCHAUB A et FEIXE I., 2005 les métaux lourds sont les métaux dont le numéro atomique est supérieur à 20. Biologiquement, on distingue deux types en fonction de leurs effets physiologiques et toxiques : métaux essentiels et métaux toxiques (HUYNH ., 2009).

-Les métaux essentiels : sont des éléments indispensables à l'état de trace pour de nombreux processus cellulaires et qui se trouve en proportion très faible dans les tissus biologiques (LOUÉ., 1993). Certains peuvent devenir toxiques lorsque la concentration dépasse un certain seuil. C'est le cas du cuivre (Cu), du nickel (Ni), du zinc (Zn), du fer (Fe). Par exemple, le zinc (Zn), à la concentration du millimolaire, est un oligo-élément qui intervient dans de nombreuses réactions enzymatiques (déshydrogénases, protéinase, peptidase) et joue un rôle important dans le métabolisme des protéines, des glucides et des lipides (KABATA-PENDIAS et PENDIAS., 2001).

-Les métaux toxiques : ont un caractère polluant avec des effets toxiques pour les organismes vivants même à faible concentration. Ils n'ont aucun effet bénéfique connu pour la cellule. C'est le cas du plomb (Pb), du mercure (Hg), du cadmium (Cd) (HUYNH., 2009).

I.1.2. Pollution par le plomb

I.1.2.1. Le plomb dans l'air

Le plomb peut être retrouvé dans l'atmosphère sous forme de vapeurs, de gaz ou de particules (BOULKRAH., 2008).

Dans l'air, les émissions de plomb provenant de poussières volcaniques véhiculées par le vent sont reconnues d'une importance mineure. Les rejets atmosphériques sont principalement anthropiques, ils proviennent d'abord des industries de première et deuxième fusion du plomb, et au niveau urbain ou routier, des rejets des véhicules à moteur (PICHARD A .; 2003).

I.1. 2.2. Le plomb dans le sol

Le plomb est le micro-polluant métallique le moins mobile dans le sol (JUSTE *et al.*, 1995).

Les principales espèces du plomb présentes dans la solution du sol sont Pb^{+2} , et PbCO_3 (LAPERCHE V *et al.*, 2004).

L'accumulation de Pb,provenant des retombées atmosphériques, ou de déchets contaminés déposés sur le sol, se fait principalement dans les horizons de surface (**STERCKEMAN et al.,2000**) et plus précisément dans les horizons riches en matière organique.Cela s'explique par la grande affinité de la matière organique vis-à-vis du plomb.

Cela est valable pour le plomb naturel mais également pour le plomb anthropique, et spécialement pour des sols ayant au moins 5% de matière organique et un pH supérieur à 5 ,ensuite les teneurs en Pb diminuent,plus en profondeur (**DE ABREU et al.,1998**).

La concentration en Pb dans la croûte terrestre est d'environ 17 mg/kg (**TAYLOR S R et MCLENNAN SM., 1985**), mais dans les zones urbaines et industrielles, elle se situe à des teneurs comprises entre 100 et 500 mg/kg (**MEEO (Ministère de l'Environnement et de l'Energie de l'Ontario., 1995)**).

I.1.3. Le devenir du plomb dans la plante

Le plomb à une forte capacité de liaison avec les particules du sol, il est donc plus difficilement extractible par les plantes, rendant le travail expérimental plus compliqué (**BRUNET., 2008**).

Le plomb est l'un des métaux les moins facilement transférés dans les parties aériennes des plantes (**BAIZE., 1997**). Cependant, la quantité de métal présente dans les divers organes d'une plante dépend du transport de l'extérieur des racines vers l'intérieur, puis de sa translocation des racines vers les feuilles (**PATRA et al., 2004**) . La translocation correspond au transfert des éléments traces métalliques vers les parties aériennes. Elle peut varier considérablement en fonction du métal, mais également de l'espèce végétale (**BRIAT et LEBRUN ., 1999**). Pour la plupart des espèces, la majorité du plomb absorbé par les plantes réside dans les racines, et seulement une faible proportion est transloquée vers les parties aériennes (**SEREGIN et al., 2004 ;SHARMA et DUDEY.,2005**).

La voie aérienne est également une voie d'accumulation du plomb par les plantes. Néanmoins, certaines études auraient montré qu'une grande partie du plomb déposé par voie atmosphérique sur les plantes peut être éliminé par lavage puisqu'il a peu pénétré dans la plante (à cause d'une forte rétention par les membranes cuticulaires fonctionnant comme une barrière efficace) (**KABATA-PENDIAS et PENDIAS., 1992 ; JUSTE et al ., 1995**).

I.1.4. L'absorption du plomb par les racines

L'absorption du plomb par les racines et son transfert vers les parties aériennes s'effectue au cours des premières vingt-quatre heures d'exposition (**POURRUT BERTRAND., 2008**).

Le plomb est absorbé passivement par les racines et est rapidement immobilisé dans les vacuoles des cellules racinaires ou retenu par les parois des cellules de l'endoderme. Son accumulation depuis le sol est assez limitée (**COBB et al., 2000**).

Les tissus jeunes, et en particulier la zone apicale(en dehors de la coiffe) où les cellules possèdent des parois encore fines, sont les zones absorbant le plus de plomb (**SEREGIN et al ., 2004**).

L'absorption racinaire en générale peut se faire de plusieurs manières :

-Soit la pénétration des éléments dans les racines se fait grâce à un transport actif interne par le symplaste(cytoplasmes des cellules reliés entre eux par les plasmodesmes).

Après avoir traversé la paroi cellulaire, les ions métalliques atteignent la surface de la membrane plasmique, puis pénètrent dans le symplaste. Ensuite, ces ions métalliques peuvent passer d'une cellule à l'autre en empruntant les plasmodesmes, qui relient les cellules .C'est la voie dite symplastique.

-Soit ce transport peut aussi se faire par voie passive ou apoplastique, c'est- à-dire par un transport dans les espaces intercellulaires(ou Espace Libres Apparents). Ce phénomène s'arrête le plus souvent au niveau de l'endoderme, du fait de la présence de cadres de subérines, ou bandes de Caspary, qui bloquent le passage des molécules et des ions. A ce moment là, l'eau et les molécules sont obligées de traverser les membranes plasmiques des cellules de l'endoderme, afin de pouvoir parvenir dans le cylindre central contenant les vaisseaux du xylème. Après avoir traversé la membrane plasmique de la face interne de l'endoderme, les ions peuvent à nouveau reprendre le chemin apoplastique.

Il reste néanmoins possible qu'une faible partie de l'absorption des ions se fasse par l'apoplasme complètement. En effet, certaines cellules de l'endoderme, nommées cellules de transfert ne sont pas subérifiées (**CECCHI., 2008**).

Des études récentes faites par (**SHARMA et DUBEY., 2005**) ont montré qu'au départ, le Pb^{+2} Présent dans la solution du sol se lie aux groupements carboxyle de l'acide uronique composant le mucilage autour des racines. Ce mucilage permet donc de restreindre le passage du plomb à l'intérieur des cellules racinaires, et constitue ainsi une protection du système racinaire. Une fois adsorbé à la surface des racines la voie apoplastique pourrait être une voie importante pour le plomb qui peut être immobilisé par les charges négatives des

parois cellulaires (espace libre de Donnan). Il aurait donc tendance à s'accumuler dans l'espace libre, étant fortement lié aux groupements carboxyliques des composés pectocellulosiques des parois. Des études ont montré que le plomb était majoritairement présent dans l'apoplaste et que seule une faible proportion pénétrait dans l'endoderme (TUNG et TEMPLE., 1996 ; SEREGIN et al., 1998 ; PATRA et al., 2004).

La quantité de matière organique présente dans le sol et le pH du sol ont une certaine influence sur l'absorption du plomb par les plantes (ALLOWAY., 1995).

En plus de l'impact qu'à la matière organique, il a été démontré que la modification du pH sol par épandage de chaux ou d'engrais phosphaté diminue la quantité de plomb absorbée par les plantes (ADRIANO., 1986).

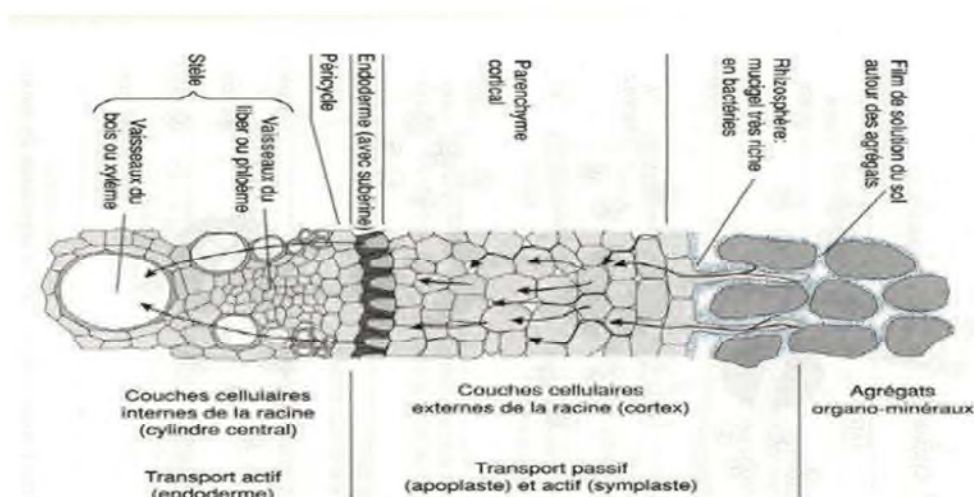


Figure01: Coupe transversale de racine, avec le passage des ions selon les voies symplastiques et apoplastiques (GOBAT et al., 1998)

I.1.5. L'effet du plomb sur la plante

Les effets néfastes du plomb sur les plantes ont fait l'objet de plusieurs études. Les études ont montré que ces effets varient en fonction de la durée d'exposition, de l'intensité du stress, du stade de développement de la plante, des organes considérés et évidemment des espèces étudiées voire même du cultivar (SINGH R et al., 1997 ; SEREGIN et IVANOV., 2001).

Les plantes cultivées dans un milieu contaminé par le Pb présentent un ralentissement de leur développement et une inhibition de la croissance des racines et des parties aériennes.

Leurs feuilles ont généralement une surface inférieure à celle des témoins et des chloroses peuvent apparaître. Dans certains cas la présence de Pb peut mener à une mort des cellules (ERNST., 1998 ; SEREGIN et IVANIOV., 2001).

A l'échelle macroscopique, le plomb entraîne des effets néfastes sur les plantes. En premier lieu, la germination est fortement inhibée par les ions Pb^{2+} et ce, à de très faibles concentrations (TOMULESCU et al., 2004) De plus fortes doses conduisent à une inhibition totale de la germination chez les espèces végétales, comme le haricot.

Une exposition à une faible concentration de plomb conduit au développement de racines plus courtes mais plus compactes. Le plomb peut se fixer, en grandes quantités, sur les composants des parois ou des membranes. Cette fixation conduit notamment à une minéralisation de la paroi (WIERZBICKA., 1998).

La minéralisation pariétale entraîne un changement dans les propriétés physiques et chimiques de la paroi, et en particulier dans sa plasticité. Cette diminution de plasticité affecte de nombreux mécanismes cellulaires comme la division ou l'élongation.

Le plomb ne perturbe pas seulement les enveloppes externes en se liant à elles, il va également désorganiser les réseaux de microtubules, même à de faibles doses (WIERZBICKA., 1998).

Un sommaire des changements physiologiques dans la réponse au Pb sont présentés selon (SHARMA et DUBEY ., 2005) :

-Absorption des nutriments :Altération dans des cations(K^{+2} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+}) et des anions(NO_3^-).

-Régimes de l'eau : Diminution dans les composés maintenant la turgescence et la paroi cellulaire, le volume de cellule de garde, l'ouverture des stomates, le niveau de l'acide abscissique et la surface des feuilles.

-La photosynthèse des chloroplastes :

- Altération de la composition des lipides des membranes des thylakoïdes.

- Diminution dans la synthèse de chlorophylle, plastoquinone, caroténoïdes, activité de l'NADP oxydoréductase, le transport des électrons et l'activité des enzymes de cycle de Calvin.

-Irrégularités des Mitotiques nucléaire : Augmentation dans les formes irrégulières, décomposition du matériel nucléaire, propriété collante des chromosomes, les ponts d'anaphase, c-mitose et la formation des micronucléus.

-La respiration des mitochondries : Diminution dans le transport des électrons, des protons et l'activité enzymatique du cycle de Krebs.

Cependant d'après certaines études en microscopie électronique, la morphologie des composants cellulaires tels que les mitochondries, les dictyosomes, les ribosomes et le réticulum endoplasmique ne paraît pas affectée par la présence d'ions Pb^{2+} (**JARVIS et LEUNG., 2002**). Afin de limiter ces effets délétères induits par la présence d'ions Pb^{2+} , la plante met en place différents mécanismes (**BRUNET., 2008**).

PARTIE 02

La plante étudiée

I.2. La plante

I.2.1. Généralité sur le genre *Atriplex*

L'*Atriplex* est une plante appartenant à la famille des *Amaranthaceae* (**Classification APG II., 2003**) qui comprend 1400 espèces, réparties en centaine de genres. Le genre *Atriplex* comprend environ 417 espèces dans le bassin méditerranéen. Ce sont des halophytes présentes dans la plupart des régions du globe et poussent sur des terrains riches en chlorures et nitrates (terrains salés) (**LE HOUEROU., 1992**). Ces plantes sont des arbustes de 1 à 3 m de hauteur, très touffus à teinte argentée, à rameaux terminés par des grappes allongées et un peu ramifiées très communs dans le Sahara septentrional et les montagnes des Sahara, dans les sol salés ou peu salés (**OZENDA. , 1977**). La fleur, dont la morphologie est souvent utile pour l'identification, est enveloppée de deux bractéoles, d'une consistance généralement foliacée, qui permettent de distinguer les espèces en fonction de leur forme (**MULAS., 2004**). D'après (**LE HOUEROU et PONTNIER., 1987**). Les espèces d'*Atriplex* qui ont suscité un intérêt particulier sont : *A. glauca* ; *A. malvana* ; *A. repanda* ; *A. atacamensis* ; *A. mollis* ; *A. sembaccata* ; *A. halimus* ; *A. canescens* ; *A. vesicaria*.

En Algérie, l'*Atriplex* est spontanée dans les étages bioclimatiques semi aride et arides, les plus grandes superficies correspondent aux zones dites steppiques (Tébessa, Batna, M'silla, Boussaâda, Biskra, Djelfa, Tiaret, Saida...). Le genre *Atriplex* se rencontre aussi sur le littoral et même au Sahara, particulièrement dans la région de Béchar où les nappes longent les dépressions d'Oued (**BENREBIHA., 1987**).

I.2.2. Intérêts de l'*Atriplex*

I.2.2.1. Intérêts écologiques

Les *Atriplex* sont les arbustes les mieux adaptés aux régions arides et aux sols pauvres. D'autre part, la couverture d'*Atriplex* accroît considérablement la perméabilité des sols et l'augmentation de drainage dans les horizons superficiels. L'emploi des *Atriplex* s'est révélé extrêmement efficace pour la fixation des dunes.

En Algérie des essais réalisés sur le cordon dunaire la région de Djelfa, Boussaâda avec plusieurs espèces d'*Atriplex* semblent donner un résultat satisfaisant (**BENREBIHA., 1987**). (**LE HOUEROU., 1992**) ; considère que l'espèce peut être un moyen de protection contre l'érosion hydrique.

I.2.2.2. Intérêt fourrager

L'*Atriplex* constitue en période de sécheresse, un fourrage apprécié des camélidés et particulièrement des ovins et des caprins (KINET *et al.*, 1998). Ce sont des espèces riches en matières azotées (1.5 à 3.7%) mais pauvres en énergie (EL SHAER et KANDIL, 1998).

I.2.3. *Atriplex canescens*(Pursh) Nutt**I.2.3.1. Origine et répartition**

Espèce originaire du Nord-Ouest Américain, on la trouve au Colorado, Utah, Wyoming, Nevada, New Mexico, Ouest du Texas et le Nord du Mexique (MAALEM., 2002). Elle s'est largement propagée en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Elle est cultivée dans les étages humides et subhumides, semi arides et arides (H.C.D.S., 1996).

I.2.3. Systématique

Atriplex canescens (Purch) Nutt appartient à la taxonomie suivante citée par (IGHILHARIZ., 2008) :

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Caryophyllidées

Ordre : Centrospermales

Famille : Chenopodiaceae

Genre : *Atriplex*

Espèce : *Atriplex canescens*

Nom commun : Chamiza, chamiso

Nom anglais : Fourwing saltbush

I.2.3.3. Caractères morphologiques

L'*Atriplex canescens*(Pursh)Nutt est une plante buissonnante de 1 à 3 m de hauteur à port plus ou moins intriqué, formant des touffes de 1 à 3 cm de diamètre. Les rameaux blanchâtres sont étalés, ascendants ou arqués, retombants vers l'extrémité. Les feuilles courtement pétiolées ou subsessiles, sont alternes. Leur limbe linéaire, lancéolé et uninerve

est vert grisâtre ; il mesure 3 à 5 cm de longueur et 0,3 à 0,5 cm de largeur. Des feuilles axillaires plus petites (0,5 à 1,5 sur 0,1 à 3 cm) sont aussi présentes le long de l'axe feuillé.

Les inflorescences dioïques en épis simples ou panicules sont au sommet des rameaux pour les fleurs mâles et axillaires ou en épis subterminaux pour les fleurs femelles. Les valves fructifères pédonculées, concrescentes sur les trois quart de leur longueur sont munies de chaque côté de deux ailes longitudinales, de 0,8 à 1,5 cm de longueur (**BENREBIHA., 1987**).



Photo 01: Arbuste d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Ain Dheb 2018

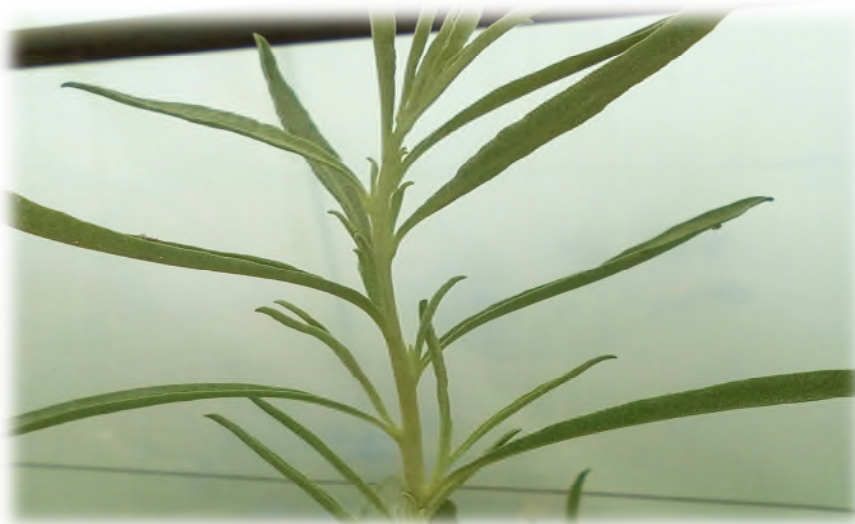


Photo 02 : Feuilles d'*Atriplex canescens* (Purch) Nutt(Original 2018)



Figure 02: Fruits d'*Atriplex canescens*(Purch) Nutt

Fourwing Saltbush fs.fed.us.<https://www.google.dz>



Photo 03 : Graines d'*Atriplex canescens*(Purch) Nutt(Original 2018)

PARTIE 03

La germination

I.3. Germination

I.3.1. Définition de la semence

La semence désigne un organe, ou un fragment de végétal, capable de produire un nouvel individu (VALLEE *et al.*, 1999). Les semences sont alors des spores, des fruits ou des fragments de fruit, des organes végétatifs (bulbes, tubercules...), des graines.

La graine représente l'étape finale de l'évolution de l'ovule fécondé. Elle est constituée d'une amande enveloppée dans les téguments. L'élément essentiel de l'amande est l'embryon, généralement unique, noyé ou non dans un tissu nutritif, l'albumen ou l'endosperme (CÔME., 1970).

La vie individualisée d'une semence commence dès que celle-ci s'est séparée de la plante qui lui a donné naissance. Cette vie individualisée se termine par la germination ou, si celle-ci n'a jamais lieu, par la mort de la semence. Lorsqu'une semence germe, l'embryon qu'elle contient augmente de volume, se dégage progressivement des enveloppes qui l'entourent tout en digérant les matières de réserves accumulées dans la semence, réserves dont il devient de plus en plus indépendant. On passe insensiblement d'un embryon hétérotrophe à une jeune plante autotrophe (BINET *et* BRUNEL., 1968).

I.3. 2. La germination :

I.3. 2 .1. Définition de la germination :

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer (HOPKINS., 2003). Elle est caractérisée par l'imbibition de la semence, la réactivation des enzymes et la dégradation des réserves assimilables par l'embryon (KAROU *et al.* ; 1998).

Selon (MAZLIAK ., 1982), c'est un processus physiologique dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule. Une semence a germé, lorsque la radicule a percé les enveloppes ou elle est visiblement allongée (BEWLEY., 1997).

I.3.2.2. Les conditions de la germination

I.3.2.2.1. Les conditions internes

➤ **Maturité :**

La graine doit avoir un âge compris entre deux limites : être complètement mûre et n'être pas trop vieille (OZENDA ., 2000). C'est-à-dire que toutes ses parties constitutives : enveloppes séminales (téguments + éventuellement péricarpe) et amande

(tissus de réserves+ embryon), soient complètement différenciées morphologiquement (HELLER *et al.*, 2000).

La possession de la maturité ne confère pas forcément le pouvoir de germer, car la graine peut être dormante (HELLER *et al.*, 2006).

➤ **Longévité :**

Longévité des semences, autrement dit, la durée pendant laquelle les semences restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif. Cette dernière condition varie considérablement en fonction des espèces (HELLER *et al.*, 2000).

La longévité des graines varie beaucoup et semble en rapport avec la nature chimique des réserves : les matières lipidiques s'altèrent assez vite, et les graines oléagineuses perdent, en quelques mois ou souvent en quelques jours, leurs facultés germinatives ; les graines à amidon et à aleurone sont beaucoup plus stables et on connaît des cas authentiques de germination après plusieurs dizaines d'années, du moins si les graines sont conservées à l'état sec, car en air humide la longévité s'abaisse considérablement (OZENDA .,2000). Et dépend aussi des conditions de conservation, l'humidité et la chaleur (HELLER *et al.* .,2006).

La dormance des graines tout comme la germination sont des processus importants qui affectent le développement des plantes. Ces processus sont influencés par divers facteurs, y compris les hormones végétales. Les bactéries du sol, peuvent également affecter de manière significative la germination des graines (MIRASARI *et SMITH.*, 2014).

I.3.2.2.2. Les conditions externes :

➤ **Eau :**

L'eau est nécessaire pour l'hydratation des tissus et pour la croissance des organes (GIMENO-GILLES., 2009). C'est-à-dire qu'elle va imbiber d'une part le tégument de manière à le ramollir et à le rendre perméable à l'air et d'autre part, d'imbiber le cytoplasme et les réserves de manière à permettre une dispersion suffisante des colloïdes et une hydrolyse des réserves (OZENDA .,2000).

➤ **Oxygène :**

L'oxygène est également nécessaire car la germination s'accompagne d'une brusque augmentation des échanges respiratoires (OZENDA ., 2000).

D'après (MEYER *et al.*, 2004), l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve.

➤ **Température :**

Est fondamentale dans la germination. Elle agit sur la vitesse de

Consommation d'O₂ par l'embryon et sur les réactions d'oxydation des composés

phénoliques (MAZLIAK., 1982). Elle s'inscrit dans une gamme assez large, qui va d'un minimum assez bas (haricot, Blé, Avoine : 3-5 C° ; Mais : 8-10 C°) à un maximum assez élevé (30 à 40 C°) en passant par un optimum assez étalé (exemple Blé : 15-30 C°) (HELLER et al., 2000).

➤ **La lumière :**

Est considérée comme un facteur indirect de la germination. Les besoins en lumière pour cette dernière sont variables selon l'espèce (VALLEE et al., 1999 ; LAFON et al., 1990). Elle est favorable à la germination de la plupart des semences qui sont alors dites à photosensibilité positive. D'autres ne germent qu'à l'obscurité, elles sont à photosensibilité négative. D'autres enfin sont indifférentes (HELLER et al., 2000).

I.3.2.3. Les phases de la germination :

Se traduit par une intense absorption d'eau associée à une reprise de l'activité respiratoire :

La phase I, ou phase d'imbibition :

Caractéristiques :

- Assez brève (de 6 à 12h),
- Forte hydratation des tissus,
- Élévation de l'intensité respiratoire.

La phase II, ou phase de germination *sensu stricto* :

Caractéristiques :

- Stabilisation de l'hydratation et de la respiration à un niveau élevé ;
- Relativement brève (12 à 48 heures) ;
- Elle s'achève avec l'émergence de la radicule hors des téguments séminaux ;
- Durant cette phase, la graine peut être réversiblement déshydratée et réhydratée sans dommage apparent pour sa viabilité.

La phase III :

Caractéristiques :

- Reprise de l'absorption d'eau ;
- Augmentation de la consommation d'oxygène,
- Elle correspond à un processus de croissance de la radicule puis la tigelle ((HELLER et al., 2000 ; 2006); (RAVEN et al., 2003) et (MEYER et al., 2004)).

Chapitre II

Matériels et Méthodes

II.1. Matériel

II.1.1. Matériel végétal :

La présente étude c'est déroulée au niveau du laboratoire de protection des végétaux à l'université Ibn Khaldoun, Kampus Karman .Nous avons utilisé pour notre expérimentation des graines d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt récoltées au mois de décembre 2017 dans la région d'Ain Dheb. Les raisons de se choix sont d'une part, l'importance agro-économique de cette plante, et d'autre part sa tolérance à la salinité et l'aridité et à certains métaux lourds.

II. 1.2. Caractéristiques de la zone de prélèvement des graines

La Daïra d'Ain Dheb est situé au Sud de la ville de Tiaret sur 63 Km, délimitée comme suit :

- *Nord : Daïra de Sougueur.
- *Sud : Daïra de Gueltat Sidi Saad (Wilaya de Laghouat).
- *Ouest : Daïra de Aïn Kermes et Wilaya el Bayadh .
- *Est : Daïra de sougueur.

Elle est caractérisée par un climat semi-aride sec et froid.

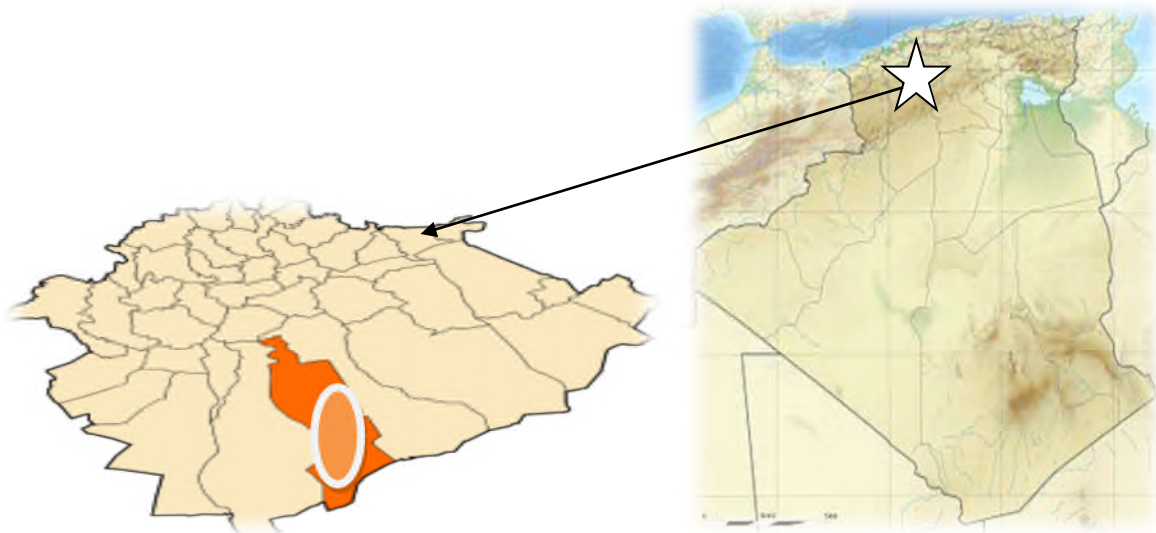



Figure 03: Localisation de la daïra dans la wilaya de Tiaret

Tiaret

[https://fr.m.wikipedia.org/wiki /Da%27Afra-d%27A%27Fn-Deheb](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Da%27Afra-d%27A%27Fn-Deheb)

 Ain d'eheb

II.2. Méthodes

II.2.1. Test sur la germination

II.2.1.1. Préparation des graines pour la germination

Nous avons suivi la méthode suivante pour avoir des graines prêtes à germer, les graines n'ont pas subi de décortication mais sont désinfectées pour éviter les contaminations

- **La désinfection** : les graines sont désinfectées à l'eau de javel à 8% pendant 15 minutes puis rincées jusqu'à (5) fois abondamment à l'eau distillée pour éliminer toute trace de chlore.
- les graines sont mises à germer à moyenne de 20 graines par boîte de Pétrie tapissées de papier filtre dans l'étuve à 28 °C et arrosées par de l'eau distillée (5 ml) chaque deux jours pour le lot témoin et pour les lots traités nous arrosons avec les solutions suivantes: 1000 ppm; 3000 ppm et 5000 ppm. de plomb.

Une évaluation journalière de la germination est effectuée sur une période de 5 à 15 jours, afin de relever le nombre des graines germées.

II.2.1.2. Mesures effectués

➤ Taux de germination final :

Le pourcentage de germination aussi appelé potentiel de germination ou capacité germinative, constitue selon (HAJLAOUI *et al.*, 2007), le meilleur moyen d'identification de la germination des graines. Il est exprimé par le rapport nombre de graines germées sur le nombre total de graine.

$$TGF = (n/N) \times 100$$

n = Nombre de graines germées

N = Nombre total de graines mises en germination.

➤ La vitesse de germination :

La vitesse de germination permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine. Elle est exprimée par le temps moyen de germination (t_m). D'après (CÔME, 1970), le temps moyen de germination (t_m) est calculé par la formule suivante :

$$N_1 \cdot T_1 + N_2 \cdot T_2 + N_3 \cdot T_3 + \dots + N_n \cdot T_n \div N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n$$

N₁ : Nombre de graines germées au temps T₁

N₂ : Nombre de graines germées entre le temps T₁ et T₂

N₃ : Nombre de graines germées entre le temps T₂ et T₃

N_n : Nombre de graines germées entre le temps T_n.



Photo 04 : La mise en germination des graines dans l'étuve 2018

II.2.2. Préparation du substrat

Le substrat utilisé dans ce travail est constitué de sable et de fumier. Avant d'utiliser le sable, on passe par plusieurs opérations de préparation en commençant par le tamisage pour éliminer les débris végétaux, animaux et toutes les pierres, ensuite, on utilise de l'eau pour lavage. Enfin, on le sèche à l'air libre.

Après ces préparations, le sable est mélangé au fumier tamisé (7V/2V).

II.2.3. Préparation des pots

Nous avons préparé dans cette phase, des pots en plastiques de 9,5 cm de diamètre et 13 cm de hauteur. Après avoir tapissé le fond de chaque pot d'une couche de gravier servant de drain, nous avons remplis chaque pot avec le mélange (sable + fumier).

II.2.4. Repiquage des graines germées

L'étude a été conduite dans une serre à l'exploitation de l'université Ibn-Khaldoun Tiaret :

Des graines germées ont subi un repiquage dans les pots préparés précédemment et sont inbibons chaque deux jours à l'eau distillée et deux fois par semaines avec une solution nutritive. Jusqu'à l'âge d'un mois. Après nous appliquons le traitement au plomb avec les mêmes concentrations que la germination (1000ppm, 3000ppm, 5000ppm).



Photo 05: Les graines germées d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt original 2018

II.2.5. Préparation de la solution d'arrosage

II.2.5.1. La solution nutritive

Tableau 01 : La Composition de la solution Mairol.

Composition	Forme	Pourcentage
Azote	N	14%
Phosphore	P ₂ O ₅	12%
Potassium	K ₂ O	14%

II.2.5.2. Préparation de la solution de stress

Le plomb est utilisé sous la forme d'une poudre De nitrate de plomb(Pb(NO₃)₂) qui est mise en solution dans l'eau distillée dont les concentrations sont les suivantes :

- La concentration 1 :Témoin sans nitrate de plomb.
- La concentration 2 :1000 ppm de nitrate de plomb.
- La concentration 3 : 3000 ppm de nitrate de plomb.
- La concentration 4 :5000 ppm de nitrate de plomb.

II.2.6.Mesures effectuées

les mesures des deux parties : aérienne(hauteur de la tige,nombre de ramifications,poids sec de la partie aérienne) et partie souterraine(longueur des racines,volume des racines,poids sec de la partie sous teraine) ont été dérerminés durant la période d'exposition au plomb.

La croissance en longueur de la partie aérienne et racinaire est évaluée après avoir récolté les plantes, séparé la partie aérienne de celle souterraine, lavé soigneusement les racines avant de les essorer rapidement avec du papier filtre. Les valeurs données sont les moyennes obtenues des six répétitions/espèce/traitement.

II.2.6.1 .La partie aérienne

➤ **La hauteur de la tige**

La hauteur de tige a été déterminée du collet de la plante jusqu'au bourgeon terminal,Les mesures en(cm) ont été effectuées à l'aide d'une règle graduée.

➤ **Nombre de ramifications**

Le nombre des feuilles et des ramifications a été déterminé par simple dénombrement.

➤ **Poids sec de la partie aerienne**

La biomasse sèche aérienne (BSA), exprimée en gramme a été effectuée Par pesée de la matière sèche après étuvage à 80° C de la matière fraîche pendant 48h.

II.2.6 2.Partie souterraine

Les racines sont l'emplacement primaire de la perception des dommages pour plusieurs stress, entre autres la salinité(JIANG et DEYHOLOS ., 2006).

➤ **La longueur des racines**

Elle s'effectue avec une règle graduée (cm) en partant du collet.

➤ **Le volume des racines**

Il est mesuré par immersion du système racinaire dans une éprouvette graduée (en ml) remplie d'eau, selon le principe de la poussée d'Archimède, soit : «Le volume d'un corps immergé est égal au volume du liquide déplacé (dénivellation)».

➤ **Poids sec de la partie souterraine**

La biomasse sèche racinaire (BSR), exprimée en gramme a été effectuée par pesée de la matière sèche après étuvage à 80 °C de la matière fraîche pendant 48h.

II.3. Test statistique

Les résultats sont soumis à une analyse avec le logiciel SPSS au seuil de 5%.

CHAPITRE

III

Résultats et Discussion

III.1. Résultats

III.1.1. Résultats des tests sur la germination

III .1.1.1. Taux final de germination

Figure 04 qui montre le Taux final de germination(en%)des plantes *d'Atriplex canescens* (pursh) Nutt en fonction des différents traitements.

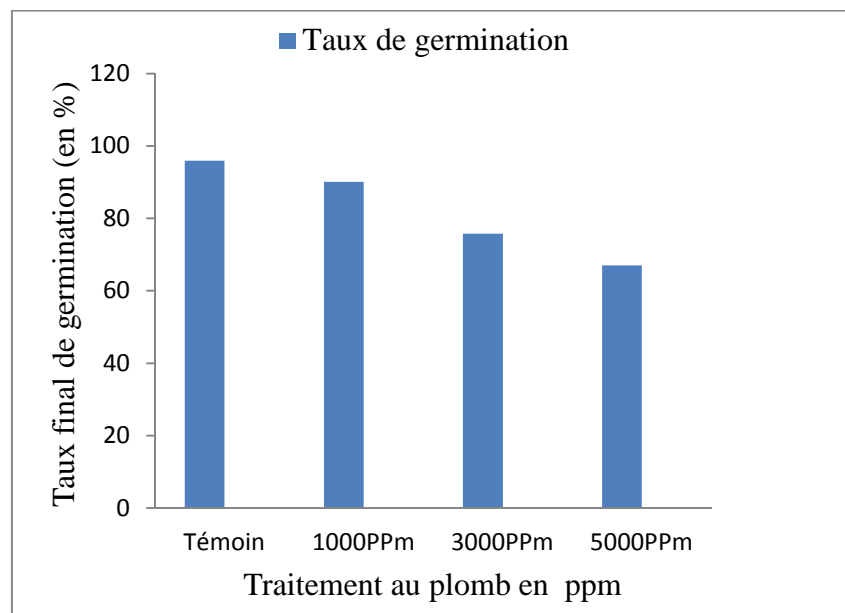


Figure 04 : Taux final de germination(en%)des plantes *d'Atriplex canescens* (pursh) Nutt en fonction des différents traitements au plomb en ppm

D' après les résultats illustrés sur la figure 04le taux de germination atteint une valeur plus élevée chez les témoins 95,9% et le traitement au plomb à 1000 (90,06 %). Les traitements à 3000 et 5000 ppm affichent les valeurs suivantes :(75,76% et 67%).

Figure 04 révèle l'effet des concentrations de plomb sur la vitesse de germination exprimée par rapport au témoin en temps moyen de germination

Dans ce cas le test statistique révèle une valeur très significative pour le taux final de germination avec $p < 0,05$.

III .1.1.2. Temps moyen de germination

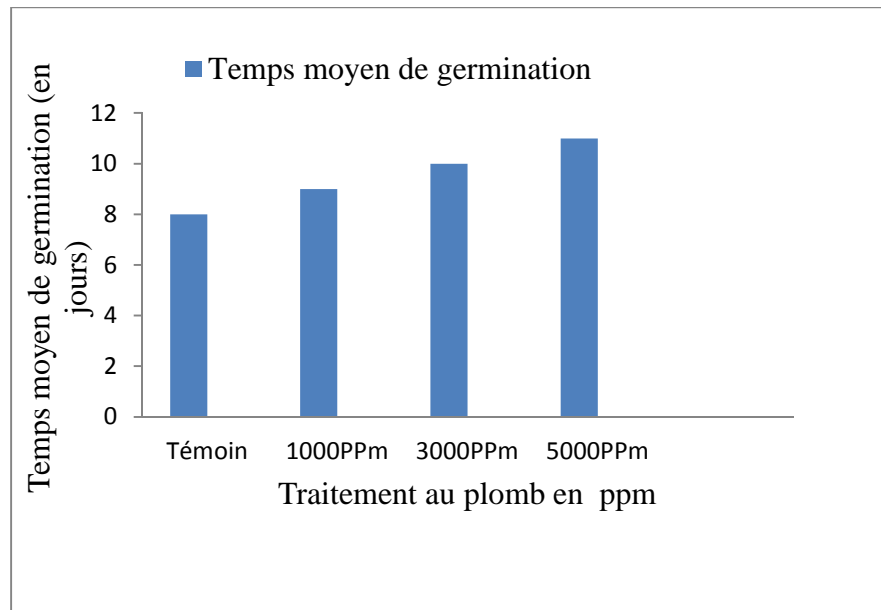


Figure 05 : Temps moyen de germination (en jours) des plantes *d'Atriplex canescens* (pursh) Nutt en fonction des différents traitements au plomb en ppm

Figure 05, montre que pour tous les lots étudiés l'élévation de concentration de plomb provoque des fluctuations au niveau de la vitesse de germination. Nous lisons un temps moyen de 11 jours chez le traitement à 5000 ppm. Pour le reste des traitements (1000 et 3000ppm) nous lisons sur la figure 09 les valeurs respectives suivantes : (9, 10). Chez les plantes témoins on relève une valeur de 8 jours.

Dans ce cas le test statistique révèle une valeur très significative pour le temps moyen de germination ne montre pas de sensibilité notable vis-à-vis de la salinité $p > 0,05$.

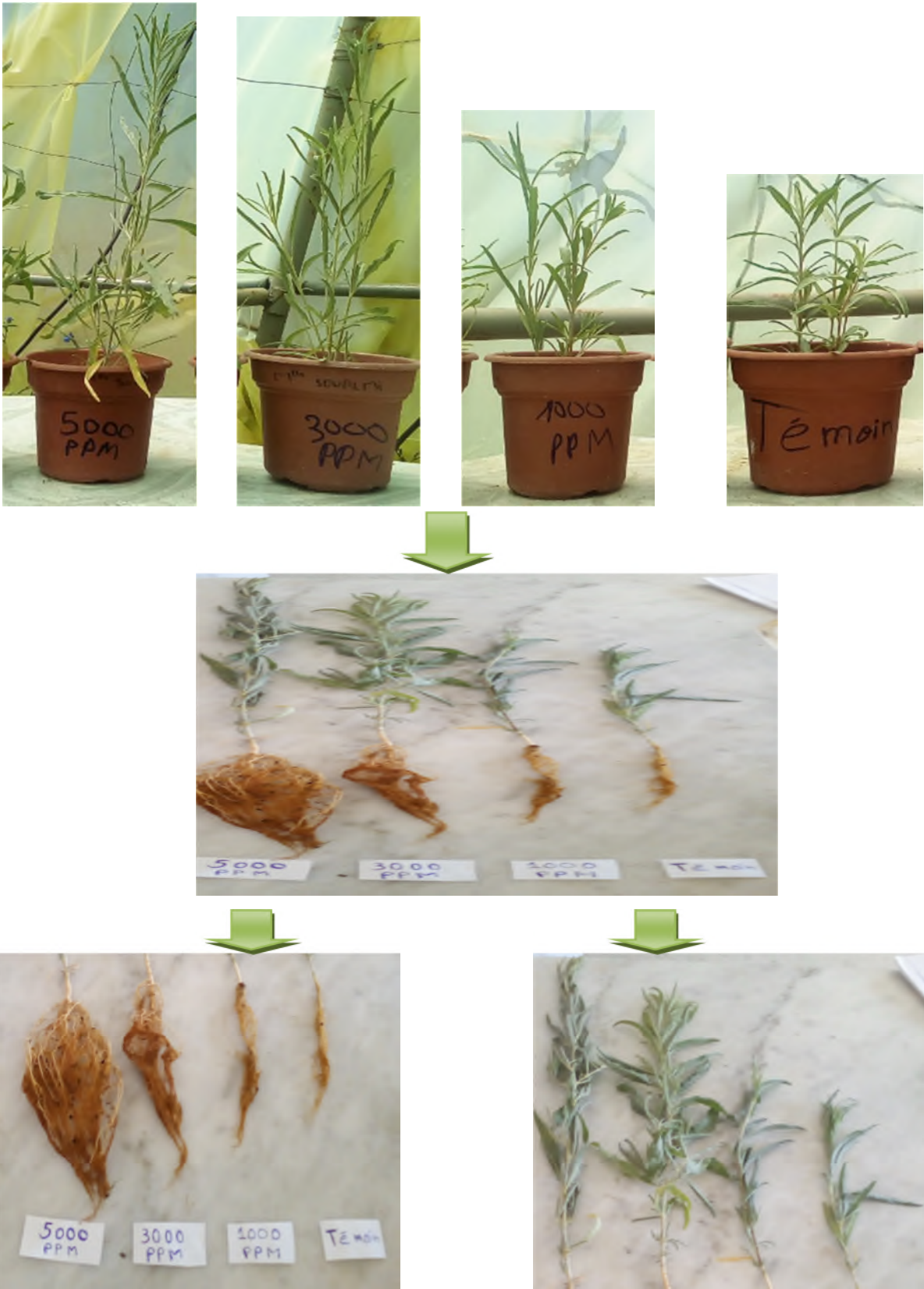


Photo 06: les plantes récoltées ainsi que la séparation de leurs tiges de leurs racines original 2018

III .1.2. Partie aérienne

III.1.2.1. Hauteur de la tige

La figure 06 qui représente les différentes longueurs de la tige principale des plantes *d'Atriplex canescens* (pursh) Nutt traitées.

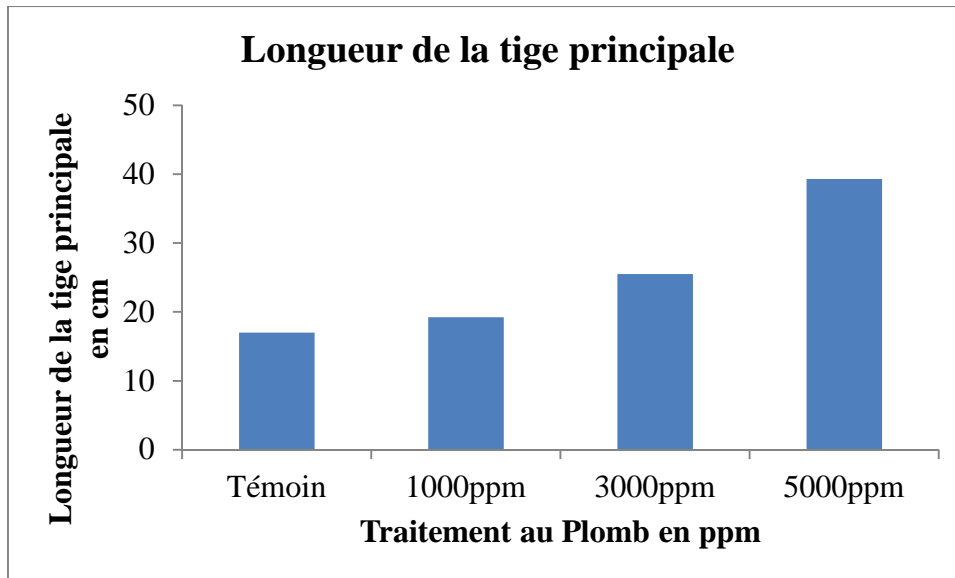


Figure 06: Variation de longueur de la tige principale des plantes *d'Atriplex canescens* (pursh) Nutt en fonction des différents traitements au plomb en ppm

La figure 06 met en évidence une augmentation remarquable des longueurs moyenne de ces tiges en fonction de l'intensification des traitements appliqués (plomb) par rapport au lot témoins qui sont arrosées à l'eau distillée et la solution nutritive. En effet la valeur la plus importante en longueur est celle des plantes exposées à une concentration de 5000 ppm de plomb (39,3 cm) alors qu'une valeur moyenne minimale de 17 cm est notée chez le lot témoin. Les lots traités avec 1000 et 3000 ppm affichent respectivement 19,25 et 25,5 cm.

Le test statistique révèle que les modifications subies par les tiges sont étroitement liés au traitement au plomb $p < 0,05$.

III .1.2.2. Nombre des ramifications

D'après la figure 07 qui représente le nombre de ramification secondaires *d'Atriplex canescens* (pursh) Nutt en fonction des différents traitements au plomb en ppm.

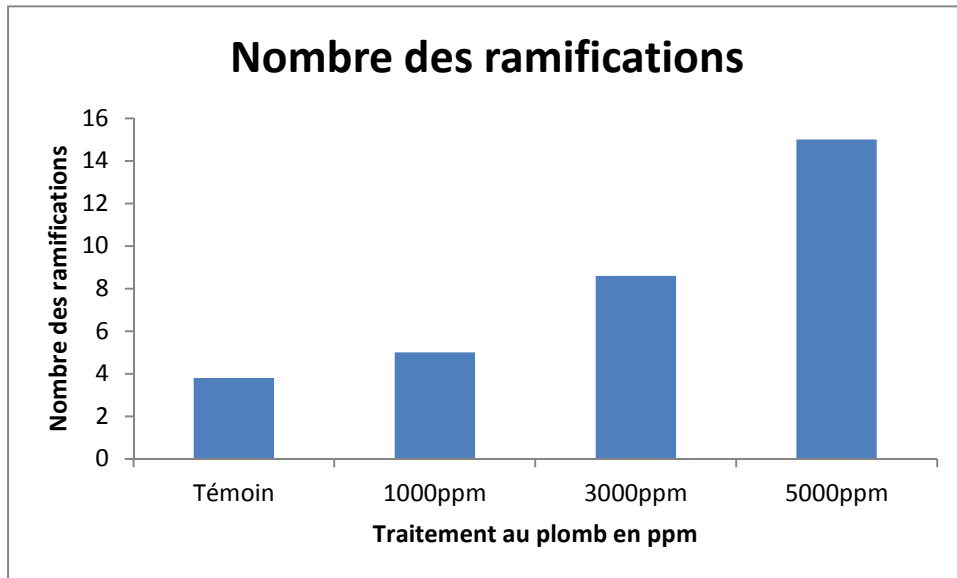


Figure 07: Nombre des ramifications secondaires *d'Atriplex canescens* (pursh) Nutt en fonction des différents traitements au plomb en ppm

On remarque un nombre moyen des ramifications de 3,8 chez les plantes témoins, tandis que le nombre des ramifications chez les plantes exposées à une concentration de 1000ppm de plomb atteint le chiffre 5, puis le nombre moyen des ramifications augmente progressivement dans les deux dernières concentrations à savoir 3000ppm et 5000 ppm : 8,6 et 15 respectivement.

Soumis au test statistique les résultats montre une signification notable au niveau des valeurs $p < 0,05$.

III .1.3. Partie souterraine

III .1.3.1. Longueurs de la racine

La figure 08 montre une variation des longueurs de la racine principale en fonction des traitements utilisés.

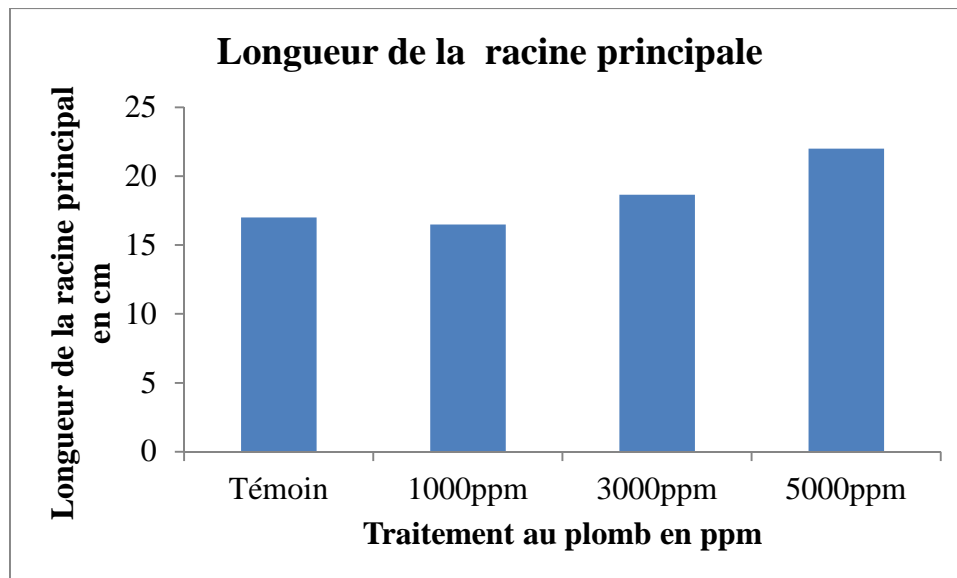


Figure 08 : Variation des longueurs de la racine principale des plantes *d'Atriplex canescens* (pursh) Nutt en fonction des traitements au plomb en ppm

D'après la figure 08, La croissance racinaire augmente progressivement chez les plantes avec l'intensification du traitement. Le lot qui montre la longueur la plus importante est le lot recevant 5000 ppm avec 22 cm. Le lot témoin affiche une longueur de 17 cm. Les plantes qui subissent 1000 et 3000 ppm s'allongent jusqu'à 16,5 et 18,66 cm.

Les valeurs statistiques confirment que l'édification de ce paramètre est intimement liée à l'apport de plomb $p < 0,05$.

III .1.3.2. Volumes racinaire

La figure 09 représente les Variations des volumes racinaires des plantes *d'Atriplex canescens* (pursh) Nutt en fonction des traitements au plomb en ppm.

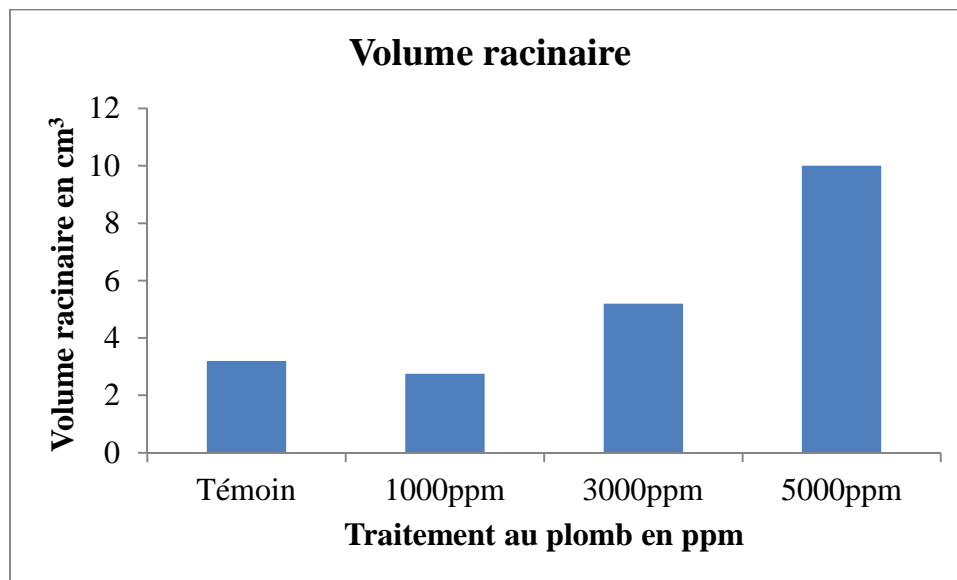


Figure 09: Variation des volumes racinaires des plantes *d'Atriplex canescens* (pursh) Nutt en fonction des traitements au plomb en ppm

D'après la figure 09 on note que les traitements utilisés influent sur le volume racinaire des différentes plantes étudiées. En effet les plantes témoins montrent une valeur de 3,2 cm³. Avec l'augmentation du traitement nous observons des différences au niveau des valeurs de ce paramètre ; 2,75 ; 5,2 et 10 cm³ sous les conditions suivantes ; 1000, 3000 et 5000 ppm.

De la même manière le test statistique montre une signification au niveau des résultats ($p < 0,05$).

III .2. Discussion

Dans le règne végétal, plusieurs stratégies sont observées pour faire face à un sol contaminé en métaux lourds (**BRIAT and LEBRUN ., 1999**). Comme pour les autres stress, la sensibilité des plantes aux métaux lourds varie beaucoup selon les espèces. Souvent les cellules des racines, ce qui constitue une forme d'évitement (**HOPKIN., 2003**). D'autres plantes « hyper accumulatrices » ont la propriété d'extraire les métaux lourds d'un sol contaminé et de les transporter dans le feuillage où elles les entreposent (**MASINGUE ., 2003**).

Plusieurs espèces appartenant au genre *Atriplex* sont bien adaptées à des conditions expérimentales extrêmes et peuvent présenter des propriétés intéressantes à cet égard (**MARTINEZ et al., 2003**).

Au terme de ce travail nous retenons que le plomb a une certaine influence sur la physiologie de la plante étudiée. En effet les tests sur la germination montrent une sensibilité nette du taux final de germination par rapport à la quantité de plomb. Alors que le temps moyen de germination ne reflète de sensibilité à cet élément. Toutefois, le pouvoir germinatif des graines demeure important dépassant les 65% chez l'espèce étudiée.

La diminution du pourcentage de germination est due à l'effet inhibiteur du plomb puisque ce métal présente une affinité vis-à-vis les protéines cellulaires, notamment les enzymes qui contrôlent le processus de la germination (**SHALINI., 2003**). L'effet inhibiteur du nitrate de plomb sur la germination a été souligné par plusieurs auteurs (**ROUBI., 1992 ; XIONG., 1997**). Il est à noter que selon **KRANNER et COLVILLE (2011)**, il existe des variations interet intra -spécifiques des germinations des graines soumises à un stress métallique. Chez plusieurs espèces végétales, le tégument assure une très haute protection contre les stress abiotiques, et les fortes variations interspécifiques des morphologies de ces téguments peuvent affecter leur perméabilité aux métaux (**MOISE et al., 2005**).

Compte tenu des paramètres analysés pendant la période de croissance pour évaluer la réponse de l'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt sous la contrainte métallique, il en résulte que : la longueur des tiges augmente ainsi que la longueur des racines le volume racinaire et le nombre des ramifications. La plante étudiée *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Présente une

tolérance au plomb car elles survivent à la présence de fortes concentrations de ce métal dans le milieu de culture pendant 21 jours en restant vertes.

Le plomb est principalement lié aux parois (**WIERZBICKA., 1989**), mais peut se trouver associé à la lamelle moyenne (**JARVIS et LEUNG ., 2001 ,2002**) ou à la membrane plasmique (**SEREGIN et al.,2002 ,2004**). Il peut également être précipité dans l'espace intercellulaire (**JARVIS MD .and LEUNG D W M .,2002**). Cette répartition, très spécifique au plomb ,s'explique par son affinité particulière pour les groupement carboxyles présents sur les molécules de surfaces des parois (**POURRUT.,2008**). Il peut exister des liaisons Pb-O avec des molécules d'hémicellulose et de cellulose, composants importants des parois primaires et secondaires ,qui peuvent se former également avec des molécules de lignine rentrant dans la composition des parois secondaires (**MARMIROLI et al.,2005**). Cette forte affinité pour les composants pariétaux peut expliquer la faible mobilité de ce métal par rapport à d'autres ETM Cette propriété du plomb serait aussi une des raisons de sa moindre toxicité dans les cellules végétales (**SEREGIN et al .,2004**).

Des résultats similaires sont observés avec **D'EPPELDE ET AL. (2008)** pour la plante *Thlaspi caerulescens* qui, mais lorsqu'elle est exposée à des pollutions au Cd et au Zn montre une biomasse végétale et des valeurs de ses pigments photosynthétiques supérieures à celles observées chez les témoins. Les travaux **d'AUDE (2009)** ont également montré que des cultivars de Skado et de Lena cultivés en hydroponie avec des concentrations croissantes de Cd avaient enregistré des quantités importantes de biomasse.

Les racines sont les premiers organes exposés aux ions Pb (**PIECHALAK et al., 2002**). La première stratégie de défense est d'arrêter le métal entrant dans les tissus des racines en l'excluant (**MISHRA et al., 2006**). L'absorption de plomb est fortement influencée par des processus dans la rhizosphère (**LIN et al., 2004**). Par exemple le tournesol avec son système racinaire adventif est une espèce tolérante au plomb (*Helianthus annuus* L.), et même l'exemple de la plante *Allium cepa* est évident (**STRUBINSKA et HANAKA ., 2011**). Après l'exposition au plomb, les mécanismes cellulaires qui minimisent le potentiel de toxicité sont rapidement activés au niveau des racines de plusieurs espèces, y compris *Pisum sativum* (**MALECKA et al., 2008**). Dans certaines plantes, le plomb peut être transporté via les tissus vasculaires aux parties aériennes (**HANC et al., 2009**).

Conclusion

Conclusion

Les métaux lourds sont des polluants nocifs pour l'environnement, et il y a un intérêt considérable dans l'utilisation des plantes accumulatrices de métaux pour leur phytoextraction à partir des terres contaminées (STEVEN *et al.*, 2001). Parmi ces plantes, on a cité *Atriplex canescens* (Purch) Nutt qui est une halophyte qui a la capacité de tolérer la salinité et qui a une grande capacité d'exclure le sel (MUNS *et al.*, 2000, ZHU *et al.*, 2001).

Nous avons entrepris ce travail expérimental pour étudier le comportement d'*Atriplex canescens* Purch Nutt durant la phase de germination et le début de croissance au stade juvénile vis-à-vis des milieux contaminés par le nitrate de plomb. La plante a montré une certaine sensibilité durant la phase de germination bien que la faculté germinative n'a pas été totalement inhibée (taux final minima avec 5000 ppm est de 67 %).

La phase de croissance a montré au contraire une augmentation des paramètres étudiés à savoir, la hauteur de la tige, nombre de ramifications, la longueur des racines, le volume des racines .

Suite aux résultats que nous venons de décrire, nous pouvons proposer quelques orientations afin d'apporter de nouvelles informations sur les réponses des plantes aux stress métalliques.

Il serait important de tester la capacité phytoremédiate de cette espèce sous d'autres conditions expérimentales en tenant compte de l'âge de la plante car elle répond aux conditions environnementales de manière différente au cours de son développement. Il serait aussi intéressant de tenir compte de la durée du stress pour mieux valoriser la réponse de la plante.

Il serait important d'augmenter les concentrations en plomb pour évaluer la réponse de cette espèce pour mieux cerner et comprendre son comportement sous stress au plomb.

Généralement les sols sont pollués par plusieurs métaux, dans ce contexte, il est souhaitable de faire d'autres études sur cette espèce sous diverses contraintes métalliques.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

1. **ADEME., 2001**, Les pratiques de gestion des sites pollués en France. Ademe, Ang
 2. **ADRIANO DC., 1986**, Trace elements in terrestrial environment, 219-262.
 3. **ADRIANO. , D C, 2001**, Trace elements in terrestrial environments: biogeochemistry, bioavailability and risks of metals. 2nd Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg.
 4. **ALLOWAY B., 1995**, Heavy metals in soils, Blackie Academic and Professional, 2nd Ed.
 5. **APG II. , 2003**, An update of the Angiosperm phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants : APG II.Bot .j .Linn .Soc.141 :399-436.
 6. **AUDE MIGEON., 2009**, Etude de la variabilité naturelle dans la réponse du peuplier aux métaux: bases physiologiques et exploitation en phytoremédiation. Thèse de doctorat de l'Université Henri Poincaré, Nancy-Université, Biologie Forestière. 345 p.
 7. **BAIZE, D., 1997**, Teneurs en éléments traces métalliques dans les sols (France), Paris:
 8. **BARCELO J et POSCHENRIEDER C ., 1990**, Plant water relation as affected by heavy metal stress : A review, Journal of Plant Nutrition ; Vol/Issue : 13 :1 : P : 1-37
 9. **BENREBIHA F Z ., 1987**, contribution à l'étude de la germination de quelques espèce d'*Atriplex* locales et introduites, Mémoire de magister en sciences agronomiques, Institut National Agronomique ; El-Harrach ; Alger :5-20.
 10. **BEWLEY J D ., 1997** ; Seed germination and dormancy.Plant Cell 9 :1055-1066 .
 11. **BINET P., BRUNEL J-P., 1968**, Physiologie végétale, ÉDITIONS DOIN : DEREN & C ; 8 ; Place de L'Odéon- PARIS(VI).
 12. **BITEUR N.,2012**, Essais d'utilisation du radis(*Raphanus sativus*)dans la phytoremédiation(biodépollution) au niveau du sol contaminé par les métaux lourds(plomb) :Etude du stress oxydatif et quelques paramètres enzymatiques ,Thèse de Doctorat,Laboratoire de Biotoxicologie Expérimentale, Biodépollution et de phytoremédiation,P18-19-79 .
 13. **BOULKARAH H ., 2008** Etude comparative de l'adsorption des ions plomb sur différents adsorbants .Mémoire de magistre .P39.
 14. **BRIAT JF, AND LEBRUN M., 1999**, plant response to metal toxicity . Plant biology and pathology , Académie des sciences ,Elsevier ,paris ,322 :43-54
 15. **BRIAT JF., LEBRUN M ., 1999**, Plant responses to metal toxicity, Plant biology and pathology, Académie des sciences, Elsevier, Paris ,322 :43-54.
-

16. **BRUNET J., 2008**, Adaptation aux métaux lourds d'une Fabacée (légumineuse) : Réponses phénologique et moléculaire au plomb du *Lathyrus sativus* L, Thèse de Doctorat, Université Paris Est, pp4-14.
 17. **CECCHI M., 2008**, Devenir du plomb dans le système sol-plante, Cas d'un sol contaminé par une usine de recyclage du plomb et deux potagères (Fève et Tomate), Thèse de Doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse, 215 :12-35.
 18. **CITEPA.,2009**,CITEPA,<http://WWW.citepa.org/>.
 19. **COBB GP., SANDS K., WATERS M., WIXSON BG., DORWARD-KING E., 2000** Accumulation of heavy metals by vegetables grown in mine wastes, Environ Toxicol Chem, 19, 3, 600.
 20. **Côme D., 1970**, Les obstacles à la germination, Éd ; Masson et c^{ie}, 120 ;Boulevard saint germain, Paris VI^e
 21. **DE ABREU C A.,DE ABREU M F.,ANDRADE J C.,1998**,Distribution of lead in the soil profil evaluated by DTPA and Mehlich-3 solution ,Bragantia 57,185-882 . des productions primaires et secondaires en zone arides. In : l'aridité, une contrainte au développement, Ed ORSTOM, Coll. Didactiques : 197-220.
 22. **DUMAT C., QUENEA K., BERMOND A., TOINEN S et BENEDETTI MF., 2006**, A study of the trace metal ion influence on the turn-over of soil organic matter in various cultivated contaminated soils,Environmental pollution, 142 :521-529.
 23. E vidance of the involvement of plant ligno-cellulosic structure in the sequestration of pb an X-ray spectroscopy-based abalysis Environmental pollution 134(2) :217-227.
 24. **EL SHAER HM., KANDIL HM., 1998**, Potential of Atriplex species as fodder shrubs under the arid conditions of Egypt. Short Activity Report, Sustainable halophyte utilization in the Mediterranean and Subtropical dry regions. *Europe concerted actions.IC 18 CT 96-0055*.Environmental and Experimental Botany. 99 : 110–121.
 25. **EPELDE, L., BECERRIL, J M.,HERNAUDEZ- ALLICA, J.,BARRUTIA ERNST W H O., 1998 .**, Effects of heavy metals in plants at the cellular and organismic level,In GSaB Market,ed ,Ecotoxicology,J Wiley and Sons Inc and Spectrum Akademisher Verlag ,p 587-620 .
 26. **ESSAFI N. E., MOUNSIF M., ABOUSALIM A. H., BENDAOU M et BRHADDA N., 2007**, Effets du stress hydrique sur la valeur nutritive d'*Atriplex halimus* L, Sécheresse. Vol. 18, n°2, pp. 123-128.
-

27. **ERNT W H O., 1998, Effects** of heavy metals in plants at the cellular and organismic level. In GSaB markert , ed Ecotoxicologie .J Wiley and sons Inc and Spectrum Akademisher Verlag ,p587_-620 .
 28. **FARGASOVA A ., 2001,** Phytotoxic effects of Cd, Zn, Pb, Cu and Fe on *Sinapis Alba* L, seedlings and their accumulation in roots and shoots, *Biologia Plantarum* 44 :471-473.
 29. **GIMENO-GILLES C., 2009,** Etude cellulaire et moléculaire de la germination chez *Medicago truncatula*, Thèse de doctorat, Biologie cellulaire et moléculaire, Université D'ANGERS.172p.
 30. **GOBAT J .M. , ARAGNO M .et MATTHEY W., 1998,** le sol vivant –Base de pédologie – Biologie des sols .Presses polytechnique et universitaire romondes. Collection gérer l'environnement, p14
 31. **H.C .D.S., 1996,** Notice bibliographique sur quelques plantes fourragères et pastorales, Haut-commissariat du développement de la steppe.15 P.
 32. **HAJLAOUI H.,DENDEN M .,BOUSLAMA M .,2007,**Etude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietium* L) au stade de germination,TROPICULTURA,25 ;3 ;168-173 .
 33. **HAMEL SCN ., ELLICKSON KM., LIOY P J., 1999. ,** The estimation of the bioaccessibility of heavy metals in soils using artificial biofluids by two novel methods: mass-balance and soil recapture.The Science of the Total Environment 243/244, 273-283.
 34. **HANC A., BARALKIEWIEZ D ., PIECHLAK A. , TOMASZEWSKA B . , WAGNER B., BULSKA E ., 2009,** An analysis of long –distance root to leaf transport of lead in *Pisum sativum* plant by laser ablation –ICP-MS .Im. J .Environ.Anal. Chem 89651-659.
 35. **HELLER R., ESNAULT R., LANCE C., 2000,** Physiologie végétale : Développement ,6^{ème} édition de l'Abrégé ; © Dunod ; Paris ; ISBN 2 10 004497 4.
 36. **HELLER R., ESNAULT R., LANCE C., 2006,** Physiologie végétale : Développement, 6^{ème} édition; ©nouvelle présentation © Dunod, Paris.
 37. **HERNANDEZ-OCHOA I .,GACIA-VARGAS G .,LOPEZ-CARRILLO L .,RUBIO-ANDRADE M.,MORAN-MARTINEZ J .,CEBRIAN ME and QUINTANILLA-VEGA B.,2005,**Low lead environmental exposure alters semen quality and sperm chromatin condensation in northern Mexico .Reproductive Toxicology. 20(2) :221-228.
 38. **HOLLEMAN AF ., WIBERG E ., 1985,** Lehrbuch der Anorganischen Chemie,Berlin-New York 568-570 .
-

39. **HOPKINS W.G ., 2003**, physiologie végétale, Traduction de la 2^{ème} éditions américaine par serge, R.Ed.de Boek P.66.81.
 40. **HOPKINS, GW., (2003)**. Physiologie végétale. De Boeck.
 41. **HUYNH., 2009**, Impacts des métaux lourds sur l'interaction plante /ver de terre/microflore tellurique, Thèse de Doctorat, Université Paris Est169p. I
 42. **IGHILHARIZ-HENNIA Z., 2008**, Contribution à la valorisation *d'Atriplex halimus* .L et *Atriplex canescens*(Pursh) Nutt par la culture in vitro, Thèse de doctorat d'état, Université d'Oran Es-senia 143p. INRA, 401p.
 43. **JANSSEN C R., HEIJERICK D G., DE SCHAMPHELAERE K A C., ALLEN H E., 2003**, Environmental risk assessment of metals: tools for incorporating bioavailability, Environment International 28,793-800.
 44. **JARVIS MD .and LEUNG D W M ., 2002**, Chelated lead transport in pinus radiata : an ultrastructural study.Environmental and Experimental botany 48 :21-32

 45. **JIANG Y Q., DEYHOLOS MK., 2006**, Comprehensive transcriptional profiling of
 46. **JUSTE C., CHASSIN P., GOMEZ A.,Linères M.,MOCQUOT B.,FEIX I.,WIART J.,1995**, Les micropolluants métalliques dans les boues résiduares des stations d'épuration urbaines, Convention ADEME-INRA, ADEME (ed), 209p.
 47. **KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 2001**, Trace elements in soils and plants. 3rd CRC Press, BocaRaton, London, New-York, Washington D.C.
 48. **KABATA-PENDIAS A .,PENDIAS H .,2001**,Trace elements in soils and plants ,CRC Press London.
 49. **KAROU M., HAFFID R., SMITH D.N., SAMIR K., 1998**, Roots and shoot growth waater use and water use efficiency of spring durum wheat under early-season drought. Agronomie 18 :182-186 .
 50. **KINET JM., BENREBIHA FZ., BOUZID S., LAILHACAR S., DUTUIT P., 1998**,
 51. **KOSOBROUKHOV A., KNYAZEVA I et MUDRIK V ., 2004**, *Plantago* major plants responses to increase content of lead in soil :Growth and photosynthesis.Plants Growth Regulation 42 :145-151.
 52. **KRANNER, I. & COLVILLE, L., 2011**, Metals and seeds: Biochemical and molecular implications and their significance for seed germination. *Environ. Exp. Bot.*, 72: 93-105.
-

53. **LAFON J.P., THARAUD_PRAYER C., LEVY G., 1990**, Biologie des plantes cultivées. Tome2. Physiologie du développement génétique et amélioration, Ed : Lavoisier, Paris. 172p.
 54. **LAPERCHE V., DICTORM C., CLOZEL-LELOUP B., BARANGER PH., 2004**, Guide méthodologique du plomb appliqué à la gestion des sites et des sols pollués, BRGM/RP.528881-FR .136p.
 55. **LE HOUEROU H N., 1992**, Relation entre la variabilité des précipitations et celle des productions primaires et secondaires en zone arides In : l'aridité ; une contrainte au développement, Ed ORSTOM, Coll. Didactiques : 172-220.
 56. **LE HOUEROU H N., PONTANIER R., 1987**, Les plantations sylvopastorales dans la zone aride de la Tunisie, Notes Technique du MAB 18-UNESCO ; Paris : 79.
 57. **LIU, J ., L K ., XU, J., ZHANG, Z., MA, T., LU, X. ; YANG, J. ZHU, Q ., 2004**, Lead toxicity , uptake and translocation in different rice cultivars .Plant .Sci.165 .793_802 .
 58. **Loué A ., 1993**, Oligo-éléments en agriculture, Ed. Nathan(ed), 45-177 .
 59. **MAALEM S., 2002**, Etude éco physiologique de trois espèces halophytes du genre *atriplex* (*A. canescens*, *A. halimus* et *A. nummularia*) soumises à l'enrichissement phosphaté.
 60. **MALECKA A, PIECHALAK A, MORKUNAS I et TOMASZEWSKAB ., 2008** , Accumulation of lead in root cells of *pisum sativum* « Acta Physiologiae Plantarum
 61. **MARMIROLI M ., ANTONIOLI G ., MAESTRI E et MARMIROLI N ., 2005**,
 62. **MARTÍNEZ, J.P., LEDENT, J.F., BAJJI, M., KINET, J.-M. & LUTTS, S ., 2003**, Effects of water stress on growth, Na⁺ and K⁺ accumulation and water use efficiency in relation to osmotic adjustment in two populations of *Atriplex halimus* L. *Plant Growth Regul.*, 41: 63-73.
 63. **MASINGUE I ., 2003**, des plantes à l'assaut des métaux lourds V2, N° 10.
 64. **MAZLIAK P., 1982**, Physiologie végétale, **Croissance** et développement, T2. Harman, Paris. 465 p.
 65. **MAZLIAK ., 1982**, Physiologie végétale II, Croissance et développement .Hermann éd ; Paris, Collection Méthodes, 465p.
 66. **MCLAUGHLIN M J., ZARCINAS B A., STEVENS D P., COOK N., 2000**, Soil testing for heavy metals. Communications in Soil Science and Plant Analysis 31 (11-14), 1661-1700.
 67. **MEEO (Ministère de l'Environnement et de l'Energie de l'Ontario)., 1995**, Qualité des sols, 8p. Mémoire de magistère en physiologie végétale et applications biotechnologiques. Université Baji Mokhtar, Annaba, Algérie, 76p.
-

68. **MEYER S., REEB C., BOSDEVEIX R., 2004**, Botanique, biologie et physiologie végétale, Ed: Moline, Paris, 461p.
69. **MIRANSARI M ., SMITH D.L., 2014**, Plant hormones and seed germination.
70. **MISKRA S., SRIVASTAVA S., TRIPATHI RD ., KUMAR R., SETH CS ., GUPTA D . , 2006**, Leaddetoxification by coontail (*Ceratophyllum demersum* L.) involves induction of phytochelatins and antioxidant system in response to its accumulation. *Chemosphere***65**: 1027-1039
71. **MOISE, J.A., HAN, S., GUDYNAITE-SAVITCH, L., JOHNSON, D.A. & MIKI, B.L.A., 2005**, Seed coats: structure, development, composition, and biotechnology. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant*, 41: 620-644.
72. **MULAS M., 2004**, Potentialité d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. Short and Medium, Term Priority Environmental Action Programme (SMAP) Février 2004. 91p.
73. **MUNNS R, HARE RA, JAMES RA, REBETZKE G J ., 2000**, Genetic variation for improving the salt tolerance of durum wheat . *Aust J Agric Res* 51 ; 69-74. NaCl-stressed *Arabidopsis* roots reveals novel classes of responsive genes, *BMC Plant Biology* 6, Article N°25.
74. **OZENDA P., 1977**, Flore du Sahara, 8^{ème} Ed : CNRS Paris 622p.
75. **OZENDA P., 2000**, La végétale organisation et diversité biologique ,2^{ème} édition ; ©Dunod Paris.
76. **PATRA M., BHOWMICK N., BANDOPADHYAY B., SHARMA A., 2004**, Comparison of mercury, lead and arsenic with respect to genotoxic effects on plant systems and the development of genetic tolerance, *Environ. Exp. Bot*, 52 : 199-223.
77. **PICHARD A., 2003, PICHARD ., ANNICK., 03 avril 2003**, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques ; plomb et ses dérivés, INERIS (Page consultée le 06 /05/2011) ,90p, Le document est disponible sur internet : <<http://194.69.194.227/alexandrie7/dyn/portal/index.seam;jsessionid=ac0967fla4b9380c6129b6b1a1dd?binaryFiled=941&page=alo=alo&aloId=941&actionMethod=dyn%2Findex.xhtmlI%3AdownloadAttachement.download&cid=22101>> .
78. **PIECHALAK A., TOMOSZEWSKA B., BARALKIEWICZ D., MALOCKA A., 2002** .Accumulation and detoxification of lead ions in legumes. *Phytochemistry* 60:153-162.
79. **PIGNOL D et COVES J., 2003**, Biodépollution, bioremédiation. Des plantes pour nettoyer les sols et les eaux. Clefs CEA-N°48.P85.
-

80. **POURRUT B ., 2008**, Implication du stress oxydatif dans la toxicité du plomb sur une plante modèle vicia foba thèse de doctotrat.Univ de Toulouse. 177P.
 81. **POURRUT BERTRAND. , 2008**, Implication du stress oxydatif dans la toxicité du plomb sur une plante modèle, thèse doctorat université de Toulouse.
 82. **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.
 83. Réseau *Atriplex*, Allier biotechnologie et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi-aride, **Cahier agricultures**, Vol. 7, N°6, pp 505-509.É.
 84. **REVEN P.H., EVERT R.f., EICHHON S.E., 2003**, Biologie végétale, 1^{ère} édition. De Boeck université, ISBN. PP 565.
 85. **ROUBI A., 1992**, Etude de l'effet du nitrate de plomb sur la germination et la productivité primaire nette chez *Phaseolus vulgaris* .Thème de Magister en Ecotoxicologie Univrsité d' Annaba Algerie.
 86. **SCHEIFLER R., SCHWARTZ C., ECHEVARRIA G., DE VAUFLEURY A., BADOT, P.M., MOREL J.L., 2003**, "Nonavailable" soil cadmium is bioavailable to snails: Evidence from isotopic dilution experiments. Environmental Science & Technology 37, 81-86
 87. **SEREGIN I V ., IVANIOV V B.,2001**,Physiology aspects of cadium and lead toxic effects on higher plants,Russian journal of plant physiology 48 :606-630 .
 88. **SEREGIN IV ., IVANOV VB ., 1998**, The transport of cadmium and lead ions through root tissues, Russian journal of plant physiologie 45 :899-905.
 89. **SEREGIN IV. , IVANOV VB ., 2001**, "Physiological aspects of Cadmium and lead Toxic effects on higher plants," Russian journal of plant physiology 48(4): 523-544.
 90. **SEREGIN IV. , SHPIGUN LK et IVANOV VB. , 2004**, D istribution and toxic Effets of cadmium and lead on oxidative modification : Examination by western blot immunoassay. Free Rad Bio Med 17 :429-437 .
 91. **SEREGIN IV., SHPIGUN Lk ., IVANOVVB., 2004, Distribution** and toxic effects of Cadmium and Lead on maize roots, Russian journal of plant physiology 51(4) :525-533.
 92. **SHALINI, R S., 2003**, Lead toxicity induce lipid peroxidation and the activities of antioxidant enzymes in growing rice plant science. 645_-655
 93. **SHARMA P., DUBEY RS ., 2005, Lead** toxicity in plants, Brazilian journal of plant physiology 17(1) :35-52.
-

94. **SINGH RP., TRIPATHI RD., SINHASK ., MAHESHWARI R., SRIVASTAVA HS., 1997**, "Response of higher plants to lead contaminated environment," *Chemosphere* 34(11): 2467-2493.
 95. **STERCKEMAN T ., DOUAY F., PROIX N., FOURRIER H ., 2000**, Vertical distribution of Cd,Pb and Zn in soils near smelters in the North of France ,*Environmental pollution* 107,377-389 .
 96. **STEVEN N M., JANATHAN R I ., STEVE P M and ALAN J M B ., 2001**, Hyperaccumulation of Zn by *Thlaspi caerulescens* can ameliorate Zn toxicity in the hizosphère of Co cropped *Thlaspi Arnense* .*Environ. Sci. Technol.* 35 :3237-3241 .
 97. **STRUBINSKA J., HANADA A., 2011**, Adventition root system reduces lead uptake and oxidative stress in sunflower seedlings. *Biol .Plant* .55771-774.
 98. **TAYLOR S R., MCLENNAN SM., 1995**, The continental crust its composition and evolution, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 312.
Technology and Engineering. 394P.
 99. **TOMULESCU I., E RADOVICIU., V MERCA ., ATUDUCE, 2004**, Effect of copper ; Zinc and Lead and Their combinations on the germination capacity of two cereals, *Journal of agricultural sciences* 15: 39-42.
 100. **TREMEL-SCHAUBA ., FEIXE I., 2005**, Contamination des sols Transfert des sols vers les plantes, *Revue science France*.
 101. **TUNG G., TEMPLE PJ., 1996**, Uptake and localisation of lead incorn (*Zea mays* L) seedlings, a study by histochemical and electron microscopy, *The Science of the Total Environment* 188 :71-85. .
 102. **VALLEE C., BILODEAU G., CEGEP J.D.L., 1999**, Les techniques de culture enMulticellulaires, Institutue Québécois du développement de l'horticulture ornementale,
 103. **VAN STRAALEN N M., 2002**, Assessment of soil contamination - a functional perspective.*Biodegradation* 13, 41-52.
 104. **WANG Q R., Cui Y S., LIU X M., DONG YT and CHRISTIE P., 2003**, Soil contamination and plant uptake of heavy metals at polluted sites in china J .*Environ .Sci .Health Part AToxic /Hazard.Subst .Environ .Eng.* 38 ,823-838.
 105. **WERYSZKO-CHMIELEWSKA E et CHWIL M ., 2005**, Lead-Induced Histological and Ultrastructural Changes in the Leaves of Soybean (*Glycine max* (L) Merr), *Soil Science and Plant Nutrition* 51(2) :203-212.
 106. **WIERZBICKA M., 1998**, Lead in the apoplast of *Allium cepa* L, root tips-ultrastructural studies, *Plant Science* 133(1): 105-119.
-

Référence bibliographique

107. **WIERZBIKA M ., 1989**, Disturbances in cytokinesis caused by inorganic lead. Environmental and Experimental Botany **29**: 123-133.
 108. **XIONG Z ., 1997**, Bioaccumulation and physiological effects of excess lead in a roadside pioneer species *Sonchus oleraceus* L. Environmental Pollution **97**: 275-279.
 109. **ZHU GY, KINET JM, LUTTS S., 2001**, Characterisation of rice (*Oryza sativa* L.)-3 Population selections for salt resistance I. Physiological behaviour during vegetative growth. Euphytica 121 :251-263 .
-

Annexes

Annexes

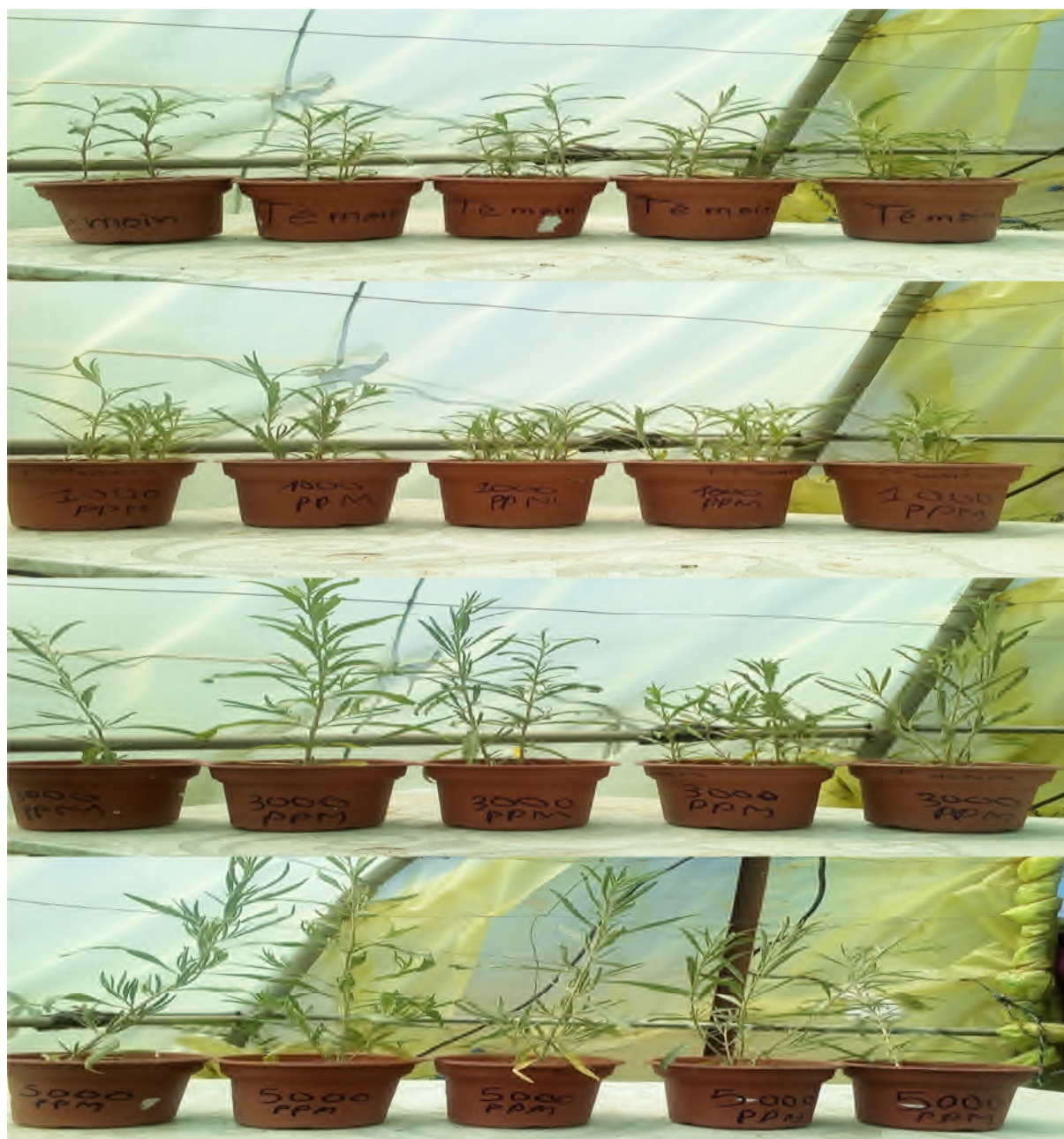


Photo 01 : représentant les plantes d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Après avoir subi les différents traitements.

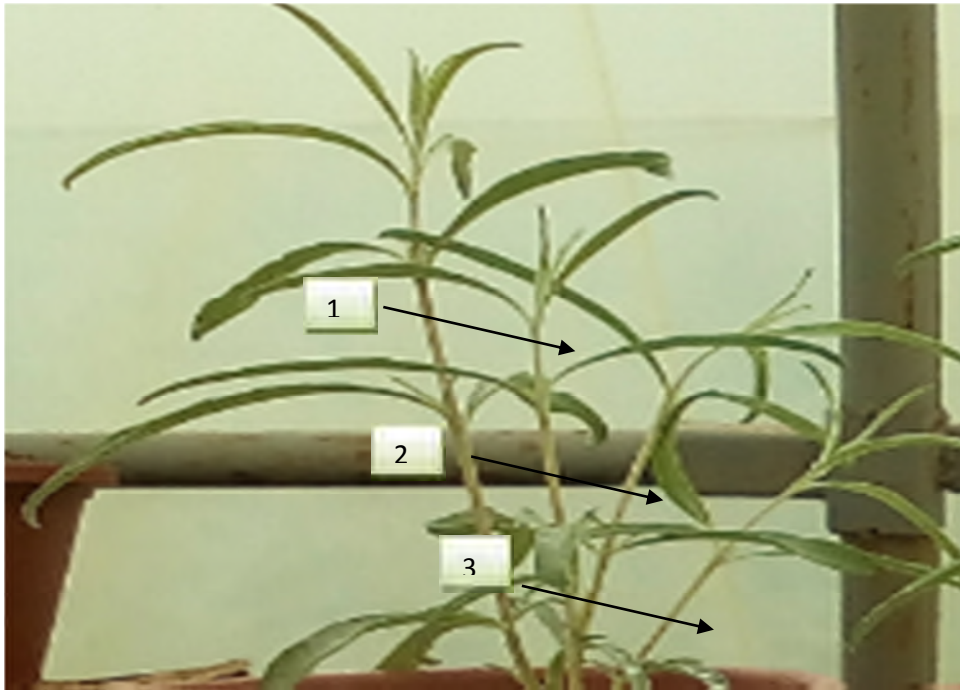


Photo 02 : Comptage du nombre de ramifications.



Photo 03 : Mesure du volume racinaire.

Résumé

Résumé :

La pollution par le plomb est devenue un véritable problème menaçant nos écosystèmes, avec des effets préjudiciables sur la production végétale et sur la biodiversité.

Le travail entrepris s'enregistre dans la perspective d'étudier le comportement physiologique (phase de germination) et morphologique d'une halophyte de la famille des chénopodiacées *Atriplex canescens*(Purch) Nutt. En réponse à des apports de plomb dans le milieu de croissance.

Cette espèce est cultivée sous une serre en plastique. Le traitement au nitrate de plomb a duré trois semaines avec les concentrations croissantes suivantes: 1000ppm, 3000 ppm, 5000 ppm à côté d'un lot témoin recevant une solution nutritive.

Les paramètres choisis intéressent deux étapes fondamentales de la survie de cette plante à savoir la germination et la croissance au stade juvénile.

Pour la germination, nous avons étudié deux paramètres : taux de germination et le temps moyen de germination alors que pour la croissance nous avons étudié la hauteur de la tige, le nombre de ramifications, longueur des racines, volume des racines .

Les résultats obtenus montrent une baisse du taux final de germination sous un apport intensifié de plomb ,le temps moyen de germination est sensiblement allongé. Par contre une augmentation au niveau de la longueur des tiges des racines est observée ainsi qu'une élévation au niveau des ramifications des tiges et du volume racinaire.

Mots clés : *Atriplex canescens* (Purch)Nutt, nitrate de plomb, germination, croissance.

الملخص

أصبح تلوث الرصاص تحديا حقيقيا لأنظمة البيئية بحيث يؤثر سلبا على إنتاج المحاصيل والتنوع البيولوجي . سجل هذا العمل بهدف دراسة السلوك الفيزيولوجي (مرحلة الإنبات) والترقية للنباتات الملحية منتمية لأسرة السرمقية (القطف) (hsruP) (ttuN) تحت تأثير للمدخلات المضافة إلى الوسط للنمو .

يزرع هذا النوع تحت دفيئة بلاستيكية مع معالجة بنترات الرصاص لمدة 3 أسابيع تحت تأثير تركيز متزايدة: إلى 1000.3000.5000 جانب مجموعة مراقبة التي تتلقى المحلول المخذي فقط

المعلومات المدروسة تتعلق بمرحلة الضرورية لبقاء هذا النبات: لإنبات والنمو تحت تأثير العلاج ,فيما يخص الإنبات درسنا الوقت لازم لإنبات أما النمو فدرسنا ارتفاع الجذعية, عدد الفروع , طول الجذر , حجم الجذور, الوزن الجاف لجزء الأرض وأخيرا الوزن الجاف للجزء الجوي .

تظهر النتائج المتحصل عليها انخفاض في معدل لإنبات النهائي تحت كمية مكثفة من الرصاص أي ارتفاع في وقت: لإنبات لوحظ أيضا زيادة في طول الجذور ,وعدد التفرعات , طول وحجم الجذر.
