

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude à **Dieu** le tout-puissant pour notre volonté, notre santé et notre patience qui nous ont été accordées tout au long de ces années d'études. Nous sommes reconnaissants pour les bénédictions et l'aide divine qui nous ont permis d'atteindre cet accomplissement.

Ensuite, nous aimerons adresser nos sincères remerciements à Monsieur **TOUATI Mostefa**, Maître de conférences «A» à l'université Ziane Achour de Djelfa, d'avoir accepté de diriger ce travail. Ses conseils avisés et sa gentillesse ont été essentiels pour mener à bien cette tâche. Nous sommes reconnaissants de son soutien constant et de son encadrement précieux.

Nous souhaitons également exprimer notre gratitude envers Monsieur **ADLI Benziane**, Maître de conférences «B» à l'université Ziane Achour de Djelfa.

De plus, nous tenons à remercier Monsieur **Bougoutaia Youcef** Maître de conférences «A» à l'université Ziane Achour de Djelfa, d'avoir accepté d'honorer cette soutenance en tant que président du jury. Nous exprimons notre plus profonde considération à son égard.

Nos remerciements vont également à Monsieur **Bezini Elhadi**, Maître Assistant Classe « E » à l'université Ziane Achour de Djelfa, pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail en acceptant de faire partie du jury de soutenance.

Nous souhaitons également exprimer notre reconnaissance envers tous les professeurs et le responsable du laboratoire de l'Université de Djelfa pour leur coopération précieuse dans la réalisation de ce mémoire de master. Leur expertise et leurs conseils ont été d'une grande aide pour mener à bien ce projet.

Enfin, nous voudrions adresser nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à notre formation et à la réalisation de ce travail. Votre soutien, vos encouragements et vos conseils ont été d'une importance capitale. À tous, nous vous adressons nos plus sincères remerciements.

Dédicace:

Remerciements Tout d'abord, grâce à **AL WAHID AL AHAD** qui m'a créé, m'a protégé, qui est toujours avec moi qu'il ne me laisse jamais seuls

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.

Au premier amour, à l'ami le plus proche et au cœur désireux, à la parole la plus vraie, aux plus belles années et à l'étreinte la plus chaleureuse, à l'amant de toute une vie, aujourd'hui et demain, à mon **Père**. Merci. Je souhaite que Dieu vous préserve une longue vie.

A mes **sœurs** et mon **frère**, A eux tous, je souhaite un avenir plein de joie et de bonheur A tous les membres de ma famille les maris de mes sœurs et les petits-enfants, A tous mes **amis** surtout **Mes collègues** de Master 2 biotechnologie végétale.

SARA

Dédicace:

À la source de tendresse, de détermination et de persévérance, à celle qui m'a élevé et bien élevé, et qui ne m'a rien épargné depuis le jour de ma naissance dans cette vie, à celle qui a été la source de ma force, de ma détermination et de détermination à toujours réussir dans cette vie, pour que rien ne la rende heureuse et voir le sourire sur son visage et être toujours fière de moi ; C'est elle qui est restée éveillée pour nous et a sacrifié sa vie pour l'amour de mon cœur, ma chère mère, **Baghdadi djamila**

AYMEN

Sommaire	Page
REMERCIEMENTS	
SOMMAIRE LISTE	
LISTE DES ABREVIATIONS	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
INTRODUCTION	
Partie 01 Synthèse bibliographique	
Chapitre 01 : généralité sur le Drinn	
1. Le Drinn	5
1.1. Description générale de Drinn	5
1.2. Nomenclature	5
1.3. Systématique	6
2. Caractéristique floristique	6
2.1. Morphologie de l'espèce	6
2.1.1. La tige	6
2.1.2. Les feuilles	6
2.1.3. Les inflorescences	7
2.1.4. Racine	9
2.2. Biologie	9
3. Ecologie de l'espèce	9
3.1. Parcours en Algérie	9
4. Usage	10
5. Intérêt de l'espèce	10
5.1. Intérêt pastoral	10
5.2. Intérêt économique	10
5.2.1. Pharmacie traditionnelle	11
5.2.2. Habitat	11
5.2.3. Valeur nutritionnelle	11
5.2.4. Valeur nutritive énergétiques et azotées	12

Chapitre 02 : Métaux lourds	
1. Définition de la germination	15
2. 1. La Phase d'imbibition	15
2. 2. La phase de germination	15
2. 3 La phase III	15
3. Les paramètres de germination	16
3.1. Le pouvoir de germination	16
3.2. La capacité de germination	16
3.3. La vitesse de germination	16
3.4. Conditions de la germination	16
3.4.1. Les conditions intrinsèques de la germination	16
3.4.1.1. La maturité de la graine	16
3.4.1.2. La lumière	17
3.4.1.3. La dormance	17
3.4.2. Les conditions extrinsèques de la germination	17
3.4.2.1. L'eau	17
3.4.2.2. L'oxygène	17
3.4.2.3. La température	17

4. Les types de germination	17
4.1. La germination épigée	18
4.1.1. Les espèces à feuilles cotylédonnaires foliacées	18
4.1.2. Les espèces à feuilles cotylédonnaires légèrement épaisses	18
4.1.3. Les espèces à cotylédons charnus	19
4.2. La germination semi-hypogée	19
4.3. La germination hypogée	19

Chapitre 3 : Généralité sur l'espèce étudiée	
1. Définition des « métaux lourds »	21
2. Classification et types des métaux lourds	21
2.1. Classification des métaux lourds	21
2.2. Les différents types des métaux lourds	22
2.2.1. Les métaux toxiques	22
2.2.2. Les métaux essentiels ou oligoéléments	23
3. Pollution par les métaux lourds	23
3.1. Le plomb	23
3.1.1. Le plomb dans la plante	23

3.1.2. Absorption	24
3.1.3. Toxicité du plomb	24
3.1.3.1.Action sur les activités enzymatiques	25
3.1.3.2.Effets sur la nutrition minérale	25
3.1.3.3.Croissance et morphogenèse	26
3.2.Le Zinc	26
3.2.1. Comportement du zinc dans l'environnement:	27
3.2.2. Toxicité de zinc :	27
3.3.Le nickel	28
3.3.1. Rôle du nickel	28
3.3.2. Carence	28
3.3.3. Toxicité	29
3.3.4. Sources de nickel	29

Partie 02: Partie expérimentale	
Chapitre 01 : Matériel et méthodes	33
1. Objectifs de l'expérimentation	33
2. Matériels utilisés:	33
2.1. Les graines de <i>Stipagrostis pungens</i>	33
2.2. Les métaux lourds :	33
2.2.1. Chlorure de zinc :	33
2.2.2. Chlorure de nickel:	34
2.2.3. Acétate de Pb :	34
3. Matériel et réactifs :	35
4. Protocole :	36
4.1. Préparation des graines	36
4.1.1. Test de viabilité des graines :	36
4.1.2. Désinfection des graines :	36
4.2. Préparation des concentrations	37
4.3. Mise en germination :	39
5. Les paramètres étudiés :	40

5.1. Mesure de la longueur de la partie aérienne et souterraine :	41
5.2. Traitement statistique des données	42

Chapitre 02 : Résultats et discussions	
1. Résultats	44
1.1. Les paramètres physiologiques	44
1.1.1. Le pourcentage de germination final (FGP)	44
1.1.2. La germination quotidienne moyenne(MDG)	45
1.1.3. Le tempsmoyen de germination (MGT)	48
1.1.4. L'indice de germination (IG)	50
1.1.5. La valeur germination (VG)	52
1.2.Les paramètres morphologiques	54
1.2.1. Longueur moyenne de la première feuille (LMF)	54
1.2.2. Longueur moyenne des racines (LMR)	56
1.2.3. Indice de tolérance (TI)	58
2. Discussion	60
CONCLUSION	63
ANNEXE	63
Références bibliographiques	
Résumés	

Liste des figures

N	Titre	Page
1	Figure 1. Fleur, panicule et fruit du drinn (<i>Stipagrostispungens</i>)	5
2	Figure 02 : Morphologie générale de la partie aérienne de <i>Stipagrositspungens</i> (Ozenda, 1977)	7
3	Figure 03: Etapes de croissance des graines de <i>Stipagrositspungens</i> Dsef(Rahouadja , S 2023)	8
4	Figure 04 : Courbe théorique d'imbibition d'une semence (Come, 1975).	16
5	Figure 05 : La germination épigée (kumar, 2015).	18
6	Figure 06 : Coupe transversale de la racine, avec le passage des ions selon les voies symplastiques et apoplastiques(Gobat et al., 1998).	24
7	Figure 07: Les grains de <i>Stipagrositspungens</i>	33
8	Figure 08 : Chlorure de zinc ($ZnCl_2$)	33
9	Figure 09: Chlorure hexa hydrate ($NiCl_2 \cdot 6H_2O$)	34
10	Figure 10:Acétate de Pb (CH_3COO) ₂	34
11	Figure 11: Test de viabilité des graines de <i>Stipagrosits pungens</i>	35
12	Figure 12 : Désinfection des graines de <i>Stipagrosits pungens</i>	36
13	Figure 13: Préparation des concentrations	36
14	Figure 14: Préparations des boites de petri	38
15	Figure 15: mise en germination des graines de <i>Stipagrosits pungens</i>	39
16	Figure 16: Les étapes de mesure de la longueur de la partie souterraine et aérienne	43
17	Figure 17:Variation du pourcentage de germination final (FGP) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de $ZnCl_2$.	44
18	Figure 18: Variation du pourcentage de germination final (FGP)des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations dePb.	44

19	Figure 19 : Variation du pourcentage de germination final (FGP) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de NiCl ₂ .	45
20	Figure 20 : Variation de la germination quotidienne moyenne (MDG) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de ZnCl ₂ .	46
21	Figure 21 : Variation de la germination quotidienne moyenne (MDG) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de PbCl ₂ .	46
22	Figure 22 : Variation de la germination quotidienne moyenne (MDG) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de NiCl ₂ .	47
23	Figure 23: Variation du temps moyen de germination (MGT) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de ZnCl ₂ .	47
24	Figure 24: Variation du temps moyen de germination (MGT) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de PbCl ₂ .	48
25	Figure 25: Variation du temps moyen de germination (MGT) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de NiCl ₂ .	49
26	Figure 26: Variation de l'indice de germination (IG) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de ZnCl ₂ de <i>Stipagrositspungens</i> .	49
27	Figure 27: Variation de l'indice de germination (IG) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de PbCl ₂ .	50
28	Figure 28: Variation de l'indice de germination (IG) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de NiCl ₂ .	51
29	Figure 29: Variation de la valeur de germination (VG) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de ZnCl ₂ .	51
30	Figure 30: Variation de la valeur de germination (VG) des graines de <i>Stipagrosits pungens</i> en fonction des concentrations de PbCl ₂ ..	52
31	Figure 31: Variation de la valeur de germination (VG) des graines de <i>Stipagrositspungens</i> en fonction des concentrations de NiCl ₂ .	53
32	Figure 32: Variation de la longueur moyenne de la première feuille (LMF) de <i>Stipagrositspungens</i> sous l'effet des concentrations de ZnCl ₂ .	53
33	Figure 33: Variation de la longueur moyenne de la première feuille (LMF) de <i>Stipagrosits pungens</i> sous l'effet des concentrations de PbCl ₂ .	54
34	Figure 34: Variation de la longueur moyenne de la première feuille (LMF) de <i>Stipagrosits pungens</i> sous l'effet des concentrations de NiCl ₂ .	54
35	Figure 35: Variation de la longueur moyenne des racines (LMR) de <i>Stipagrosits pungens</i> sous l'effet des concentrations de ZnCl ₂ .	55
36	Figure 36: Variation de la longueur moyenne des racines (LMR) de <i>Stipagrosits pungens</i> sous l'effet des concentrations de PbCl ₂ .	56
37	Figure 37: Variation de la longueur moyenne des racines (LMR) de <i>Stipagrosits pungens</i> sous l'effet des concentrations de NiCl ₂ .	56
38	Figure 38: Variation de l'Indice de tolérance (TI) en fonction des concentrations de ZnCl ₂ chez <i>Stipagrosits pungens</i> .	57
39	Figure 39: Variation de l'Indice de tolérance (TI) en fonction des concentrations PbCl ₂ chez <i>Stipagrosits pungens</i> .	57
40	Figure 40: Variation de l'Indice de tolérance (TI) en fonction des concentrations de NiCl ₂ chez <i>Stipagrosits pungens</i> .	58

Liste des tableaux

N	Titre	Pag e
1	Tableau 01 : systématique de drinn	6
2	Tableau 2 : Composition chimique et digestibilité saisonnières	12
3	Tableau 3 : Valeurs énergétiques saisonnières	12
4	Tableau 4 : Valeurs azotées saisonnières	12
5	Tableau 5: Classification périodique des éléments métalliques	21
6	Tableau 6 : Classification de quelques métaux lourds selon leur densité et leur toxicité (Adriano, 2001).	22
7	Tableau 07: Les caractéristiques physicochimiques du zinc (Gray, 2006).	27
8	Tableaux 5 : Analyse de variance (ANOVA) à un facteur (concentration) contrôlés des déférents paramètres physiologies	64
9	Tableaux 7 : Analyse de variance (ANOVA) à un facteur (concentration) contrôlés des déférents paramètres morphologies	64

Liste des abréviations :

Ppm : parties par million

ANOVA : l'analyse de la variance

FGP : Le pourcentage de germination final

MDG : La germination quotidienne moyenne

MGT : Le temps de germination moyenne

GI : L'indice de germination (IG)

VG : La valeur germinative

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La flore d'Algérie est très riche de sa biodiversité ; riche de plusieurs milliers d'espèces botaniques, la flore sauvage et domestique du bassin méditerranéen, dont fait partie l'Algérie et avec elle l'ensemble de l'Afrique du Nord est très proche, par le nombre et la variété de ses espèces naturelles (**Bousslama 2021**).

Le Sahara occupe plus des trois quarts de la surface totale de l'Algérie. Le couvert floristique de sa partie septentrionale est caractérisé par une répartition des espèces très irrégulière (**Chehama et al 2005**).

Le Drinn, *Stipagrostis pungens*, est une Poacée vivace spasmophile commune dans tout le Sahara et peut s'étaler jusqu'aux zones steppiques où il y a présence de surfaces ensablées, c'est une espèce très adaptée à la sécheresse pouvant former des steppes très homogènes s'étalant sur des surfaces immenses (**Djazoz et al 1970**).

La germination est une période transitoire au cours de laquelle la graine qu'était à l'état de vie latente, manifeste une reprise des phénomènes de multiplication et d'allongement cellulaire (**Deysson, 1967**). Selon **Guyot (1978)**, la germination, phase première de la vie de la plante, assure la naissance d'une jeune plantule aux dépens de la graine. Elle exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, et la température (**Soltner, 2007**).

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. L'accumulation des métaux lourds dans l'environnement peut se répercuter sur la germination des plantes et elle peut réduire, dans certains cas, la croissance des plantes (**Shah et al., 2007**).

Le présent travail a pour objectif d'évaluer l'effet de différentes concentrations de trois métaux lourds sur la germination des graines de Drinn (*Stipagrostis pungens*).

PARTIE 01

Synthèse bibliographique

CHAPITRE 01 :

GÉNÉRALITÉS SUR LE

Chapitre 1

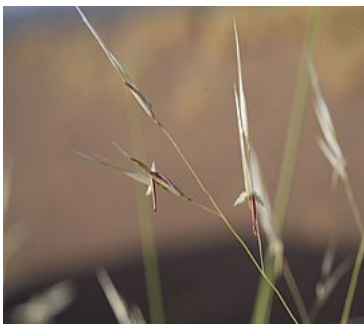
1. Le Drinn

1.1. Description générale du Drinn

Stipagrostis pungens, le Drinn, est une espèce de plantes monocotylédones de la famille des Poaceae et du genre *Stipagrostis*. Cette grande graminée sauvage constitue de vastes pâtures homogènes et abondantes dans les ergs stabilisés du Sahara et du Moyen-Orient et représente une plante fourragère importante pour l'alimentation des Camélidés ainsi qu'une céréale non négligeable pour l'alimentation humaine. Elle forme des touffes vivaces, denses, aux feuilles piquantes et se reconnaît à ses épillets munis d'arêtes divisées en trois, blanches et plumeuses.

Chapitre 1

C'est une plante vivace très robuste, dépassant un mètre de haut, dont les feuilles sont très rigides et raides, fines et piquantes à l'extrémité, enroulées en long et partant tous d'une souche souterraine. Son réseau racinaire peut parcourir plusieurs mètres en superficie. Son inflorescence est composée de petits épis secondaires ou épillets. Il s'agit d'une plante des dunes. Elle se trouve présent partout au Sahara où il y présence de surfaces ensablées, le plus souvent elle constitue de vastes steppes homogènes. Très commun dans tout le Sahara et peut s'étaler jusqu'aux régions steppiques en Asie centrale, l'épiaison se fait pendant la période Avril-Mai (CHEHMA A, YUCEF F 2009).



Fleur du drinn



Panicule en fruits



Fruit du drinn

Figure 1. Fleur, panicule et fruit du drinn (*Stipagrostis pungens*)

Chapitre 1

1.2 Nomenclature :

Sous forme d'herbage, la plante est nommée « Drinn », « Sbott » et « Sebot » en arabe ainsi que « Toulloult » en tamachek, la langue des Touaregs. Sous forme de grain, elle est nommée en arabe « Ioul » et en tamachek « Oulloul ». Le nom vernaculaire « Drinn » est également utilisé en français (**A Chema et al 2004**)

1.3 Systématique

<u>Règne</u>	<u>Plantae</u>
<u>Sous-règne</u>	<u>Tracheobionta</u>
<u>Division</u>	<u>Magnoliophyta</u>
<u>Classe</u>	<u>Liliopsida</u>
<u>Sous-classe</u>	<u>Commelinidae</u>
<u>Ordre</u>	<u>Cyperales</u>
<u>Famille</u>	<u>Poales</u>
<u>Sous-famille</u>	<u>Aristidoideae</u>

Chapitre 1

<u>Tribu</u>	<u>Aristideae</u>
<u>Genre</u>	<u>Stipagrostis</u>
<u>Règne</u>	<u>Plantae</u>
Espèce	<i>Stipagrosits pungens</i>

Chapitre 1

Tableau 01 : systématique de drinn

2. Caractéristique floristique

2.1 Morphologie de l'espèce :

Le cycle végétale de 'Drinn' dure toute l'année et la plante est toujours sempervirente. *Stipagrositspungens* est caractérisée par des feuilles dures enroulées et piquantes, racines très longues et tiges atteignant un mètre (Figure 2).

La germination du 'Drinn' se fait à 25C°, considérée comme température optimale. Elle est caractérisée par deux périodes de vie : une vie ralentie (Août à Mars) et une vie active (Avril à Juillet).

2.1.1. La tige

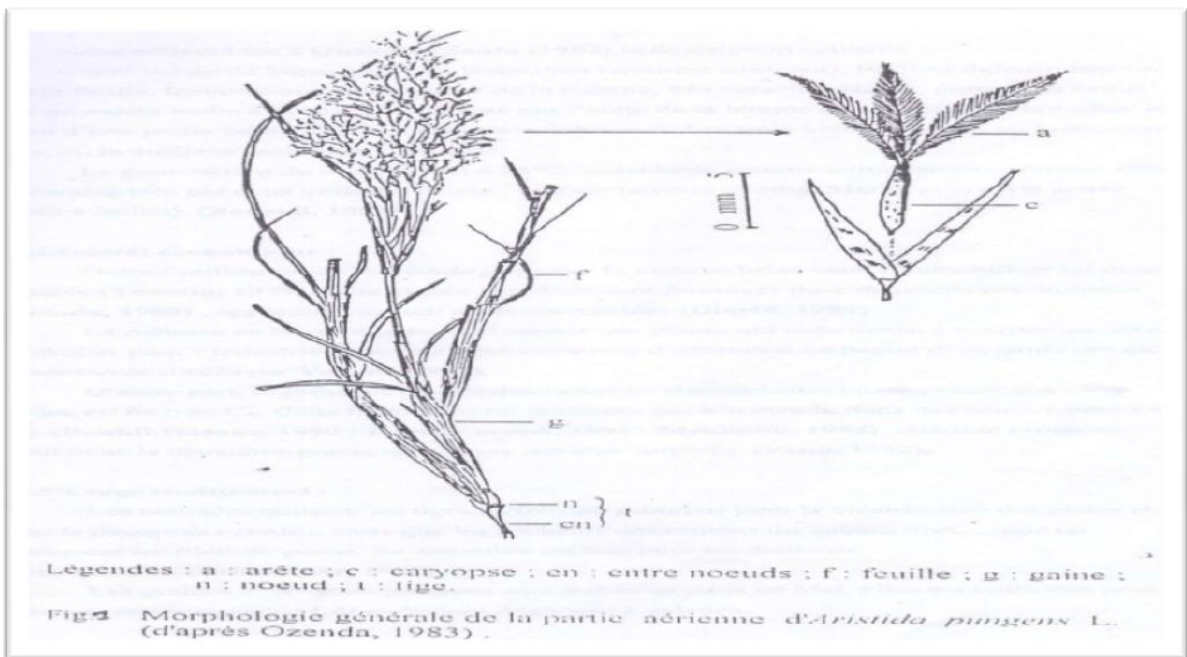
Sont raides, fines et piquantes à l'extrémité, peuvent toutes d'une souche souterraine. Les chaumes peuvent supportes des sécheresses importantes et repoussent dès que l'humidité réapparaît (BENCHELAH et al., 2011).

2.1.2. Les feuilles

Chapitre 1

Très rigides raides, fines et piquantes à l'extrémité, enroulées en long et partant tous d'une souche souterraine. (CHEHMA, 2006)

Chapitre 1



Chapitre 1

Figure 02 : Morphologie générale de la partie aérienne de *Stipagrositspungens*(Ozenda, 1977)

2.1.3. Les inflorescences

Sont composées de petits épis secondaires ou épillets. A l'inverse de beaucoup de Graminées, elles n'ont pas l'aspect d'un unique gros épi, mais de panicules lâches et aérées.

2.1.4. Racine

Des racines adventives bien développées peuvent atteindre une dizaine de mètres contrairement à la partie aérienne, se répartissent à la surface de la couche de sable en aspect de filet.

2.2. Biologie :

La croissance végétale de *Stipagrosits pungens* a lieu principalement au printemps, et le stade de reproduction s'étend de la fin du printemps à juin. La viabilité des semences est d'environ 43 mois. La plante pousse là où le sable est mobile et peut germer dans des conditions d'humidité du sol très défavorables et à des profondeurs qui peuvent être très variables. La germination est complètement inhibée en dessous de 10 °C, la température optimale étant de 25 °C en trois jours ; à cette dernière condition, le taux de germination est d'environ 83%. Une fois qu'il a germé, le semis peut avoir un taux d'allongement des racines

Chapitre 1

très rapide pour compenser le drainage rapide de l'eau, et peut rester émergé au-dessus du sable qui a tendance à enterrer son système racinaire, en partie grâce à des racines adventives constamment renouvelées.

À maturité, le système racinaire de *Stipagrosits pungens* s'étend latéralement sur un rayon de plus de 20 m autour de la plante. Les racines sont recouvertes d'une gaine sableuse sur toute leur longueur, d'où émergent des poils racinaires qui sécrètent du mucilage facilitant le passage de la racine à travers les grains de sable et ayant une puissante propriété d'absorption de l'humidité du sol. Cette adaptation aux conditions xérothermiques extrêmes est une stratégie efficace et permet à la plante de dominer son biotope. Elle constitue souvent la seule plante sur de grandes étendues et peut résister jusqu'à 4-5 ans de sécheresse.

Même si la plante supporte une légère pression de pâturage, elle ne tolère pas de fortes et longues perturbations. Cette espèce contribue à stabiliser les stations sableuses et permet ainsi l'implantation d'un cortège floristique et faunistique psammophile typique des steppes sahariennes.

Chapitre 1

Cette espèce peut constituer des foyers de développement importants du Criquet pèlerin, notamment lorsqu'elle est associée au Chou du désert et aux Tribulus, les larves s'en nourrissant et les adultes s'y protégeant et s'y agrégeant (**Mouldi G 2018**).



Chapitre 1



Figure 03: Etapes de croissance des graines de *Stipagrostis pungens*

Chapitre 1

3. Ecologie de l'espèce :

Stipagrosits pungens est particulièrement répandue dans les ergs au sable profond et stabilisé, les lits des oueds asséchés et les steppes arides. Elle apprécie également le gypse. Dans la savane à acacia, le Drinn se rencontre plutôt dans les terrasses où s'accumule le sable transporté par le vent alors que *Panicum turgidum* préfère les sables alluvionnaires du lit des oueds.

Cette espèce est présente sur deux zones distinctes : en Afrique saharienne (Maroc, Sahara occidental, Mauritanie, Algérie, Tunisie, Libye, Tchad, Niger) et au Moyen-Orient (Iran, Turkménistan, Afghanistan). Elle est considérée comme invasive en Inde (**R MAIRE 1933**)

3.1 Parcours en Algérie

Stipagrosits pungens est une espèce plus répandue de toutes les espèces rencontrées. Elle fait partie du paysage saharien. Elle se trouve là où il y a la moindre trace de sable, c'est une espèce psammopylle.

Chapitre 1

Chapitre 1

4. Usage :

Cette espèce joue un rôle important dans la vie des peuples saharien. Lors de la floraison, il s'agit d'un excellent fourrage pour les Camélidés et autres herbivores domestiques comme les moutons et sauvages tels que les gazelles. Le grain est également récolté et utilisé, comme celui de *Panicum turgidum*, pour utilisation humaine et celle des chevaux, pour lesquels il a la même valeur alimentaire que l'Orge commune. Les feuilles tressées donnent des cordes servant surtout à fabriquer des entraves pour les chameaux. La plante est également utilisée en médecine populaire pour traiter la constipation, les maux d'estomac, l'indigestion et la cicatrisation des plaies. Les parties aériennes de cette plante ont été utilisées pour l'étude de l'activité antimicrobienne. *Stipagrostis pungens* a également un rôle potentiel à jouer dans la prévention et l'atténuation des effets de la sécheresse, l'amélioration de la fixation des sols ainsi que la restauration des pâturages (Mouldi G, 2018). La partie aérienne de *Stipagrositpungens* est aussi utilisée par macération et tisane contre la constipation, les maux d'estomac et les indigestions. Sa décoction est bue contre les douleurs rhumatismales. Les nomades utilisent les tiges de *Stipagrosits pungens* pour la cicatrisation des plaies et dans le

Chapitre 1

tissage des cordes, alors que les pêcheurs des régions du Sahara occidental en fabriquent les filets de pêche (**Gabriellii et al.**) 2000.

Les graines de *Stipagrosits pungens* sont mûres au mois de Mai, elles sont utilisées pour faire une farine (appelée Lûl au Sahara Algérien) à galettes. Au Maroc les tiges broyées *Stipagrosits pungens* sont utilisées pour la cicatrisation des blessures, cataplasme, arthrite rhumatoïde et mélangées avec l'huile, les tiges broyées sont utilisées pour les douleurs musculaires et également pour l'arthrite rhumatoïde (**Joly et al., 2005**).

5. Intérêts de l'espèce :

5.1 Intérêt pastoral :

Le Drinn constitue l'une des plantes fourragère essentielles du dromadaire du fait de sa grande fréquence, de sa forte résistance à la sécheresse et de son appétence qui perdure une grande partie de l'année. Elle est même l'unique ressource disponible lors des années de disette où l'animal consomme presque toute la plante, mise à part les 20 à 30 cm de chaumes. Elle peut être consommée sèche presque exclusivement sur de longues périodes et nourrit également sous forme de fourrage grossier Ovins, Caprins, et plus rarement Bovins.

Chapitre 1

En Algérie, dans les zones sahariennes, les éleveurs distribuent le "Drinn", *Stipagrosits pungens*, comme aliment grossier à toutes les catégories d'animaux d'élevage, malgré l'interdiction de faucher, il est commercialisé clandestinement a des prix équivalent à ceux du foin.

5.2 Intérêt économique :

Stipagrosits pungens est utilisée comme brise-vent à immobiliser les dunes de sable. Ses semences sont comestibles.

Une étude quantitative et qualitative des parcours à base de *Stipagrosits pungens* à Ouargla portant sur la détermination de la valeur nutritive de ces parcours a été réalisée. En effet, *Stipagrosits pungens* est la plante la plus fréquente des massifs dunaires et souvent la seule sur de grandes étendues dans les ergs. Compte tenu de sa grande fréquence et de sa disponibilité permanente, c'est l'une des plantes les plus intéressantes. Elle constitue un aliment extrêmement précieux du fait de sa longue résistance à la sécheresse et son appétibilité pendant la longue période de l'année (Bechet et al.,1982).

5.2.1. Pharmacopée traditionnelle:

Chapitre 1

La partie aérienne est utilisée en décoction constituant ainsi des tisanes pour traiter les constipations et les maux d'estomac

5.2.2. Habitat:

Dans les zones sahariennes, le Drinn sert, entre autre, pour recouvrir les habitations précaires appelées "Zriba

Le Drinn montre un recouvrement plus dense en fin printemps-début d'été et plus faible en hiver. Sa biomasse varie de 900 kg de matière sèche par hectare en Mauritanie à 2500 kg à Ouargla (Algérie), ses valeurs nutritives sont équivalentes à du fourrage grossier de culture et sa valeur énergétique est plus élevée pour le dromadaire que pour les ovins, qui le digèrent moins bien. La charge annuelle d'un dromadaire varie de 1 hectare de Drinn à Ouargla contre de 1,2 à 3 ha en Mauritanie. (A chema 2004).

5.2.3. Valeur nutritionnelle

Malgré des conditions désertiques contraignantes pour le développement de bonnes ressources fourragères, des valeurs nutritionnelles relativement appréciables sont enregistrées, assurant une disponibilité alimentaire permanente pour la faune désertique (domestique et sauvage).

Chapitre 1

L'étude de **CHEHMA, 2010** sur les valeurs saisonnières de la composition chimiques concernant la détermination de la matière sèche (MS), organique (MO) et minérale, des matières azotées totales (MAT), de la cellulose brute (CBW : méthode Wende), de la composition des parois (NDF, ADF, ADL) et des phénols totaux (ou tanins), selon les méthodes de référence a donné les résultats portés sur le (tableau 2). L'étude de la digestibilité des espèces vivaces apportées sur la détermination de la solubilité de la MS (SMS) et celle de la MO (SMO). Une analyse a été effectuée sur les mêmes échantillons, par la méthode enzymatique à la pepsine-cellulase (tableau 3) (**CHEHMA, 2010**).

5.2.5. Valeur nutritive énergétiques et azotées

D'après l'étude de BOUAL (1992), sur la composition chimique et digestibilité « in vitro » des palmes sèches, pédicelles, Paille et Drinnet l'étude de CHEHMA et HUGUENIN (2017) sur Composition chimique et digestibilité in vitro (tableau 3 et 4).

Tableau 2 : Composition chimique et digestibilité saisonnières

Chapitre 1

	MM (%MS)	MO (%MS)	MAT (%MS)	CBW (%MS)	NDF (%MS)	Phénols Totaux	SMS (%MS)	SMO (%MS)
Eté	8,02	91,98	3,83	44,19	74,43	0,58	29,37	27,52
Automne	7,18	92,82	4,07	43,40	73,11	0,64	30,55	29,41
Hiver	7,58	92,42	3,76	41,95	70,60	0,60	29,28	28,46
Printemps	8,11	92,14	5,69	41,40	71,48	0,59	31,96	31,25
Moyenne annuelle	7,72	92,34	4,34	42,74	72,41	0,60	30,29	29,16

Chapitre 1

Tableau 3 : Valeurs énergétiques saisonnières

	EB (kcal/kgMS)	ED (kcal/kgMS)	EM (kcal/kgMS)	kl	kmf	UFL / kgMS	UFV/ kgMS
Eté	4281,32	1725,42	1401,86	0,54	0,43	0,45	0,34
Automne	4278,32	1747,82	1420,52	0,54	0,44	0,45	0,34
Hiver	4283,92	1767,59	1440,77	0,54	0,44	0,46	0,35
Printemps	4298,03	1873,63	1520,07	0,55	0,46	0,49	0,38
Moyenne annuelle	4285,40	1778,62	1445,81	0,54	0,44	0,46	0,35

Chapitre 1

Tableau 4 : Valeurs azotées saisonnières

	PDIA (g/kgMS)	MOF (g/kgMS)	PDIMN (g/kgMS)	PDIME (g/kgMS)	PDIN (g/kgMS)	PDIE (g/kgMS)
Eté	11,90	380,62	12,26	35,40	24,16	47,29
Automne	12,65	383,76	13,04	35,69	25,69	48,34
Hiver	11,70	389,61	12,05	36,24	23,75	47,93
Printemps	17,69	400,37	18,23	37,24	35,93	54,93
Moyenne annuelle	13,49	388,59	13,90	36,14	27,38	49,62

CHAPITRE 02 :

GÉNÉRALITÉS SUR LA GERMINATION

Chapitre 2

1. Définition de la germination

La germination se définit comme « le phénomène par lequel l'embryon croît en utilisant les réserves de la graine ».

La vie individualisée des graines commence dès que celle-ci est séparée de la plante qui lui a donnée naissance, et se termine par la germination (**Binnet, 1978**).

La germination est un processus dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et tout le début de la croissance de la radicule (**Evenari, 1957**).

Selon **Mazliak (1982)**, la germination d'une semence est terminée quand la radicule perce les enveloppes ou, s'il s'agit d'un embryon isolé, dès que la radicule commence à s'allonger.

2. Physiologie de la germination

La figure 4 montre trois étapes :

2.1. La Phase d'imbibition

Où la phase 1 correspond à une forte hydratation des tissus, accompagnée d'une élévation de l'intensité respiratoire (**Heller et al., 2004**). Elle implique un mouvement d'eau dans le sens de potentiel hydrique décroissant (**Hopkins, 2003**).

2.2. La phase de germination

Chapitre 2

Ou la phase 2 « stricto sensu », pendant cette phase, les semences ne s'imbibent plus et ne reflètent à une modification morphologique (**Mazliak, 1982**). Cette phase est caractérisée par une stabilisation et de l'activité respiratoire à un niveau élevée (**Binnet, 1967**) ; elle est relativement brève (12 à 48 h) et s'achève avec l'émergence de la radicule hors de téguments séminaux (**Heller et al., 1995**).

2.3. La phase III

Caractérisée par une reprise de l'absorption d'eau et une augmentation de la consommation d'oxygène, elle correspond à un processus de croissance de la radicule puis la tigelle (**Hopkins, 2003**).

Chapitre 2

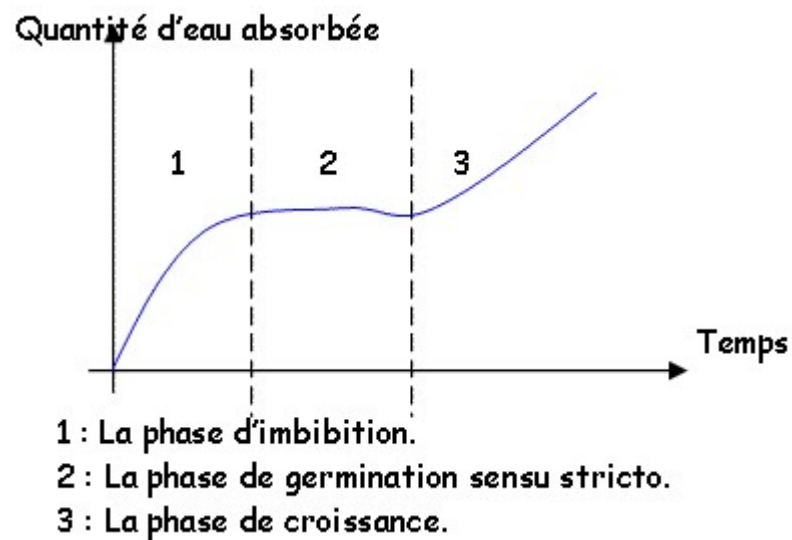


Figure 4 : Courbe théorique d'imbibition d'une semence (Come, 1975).

3. Les paramètres de germination

Chapitre 2

3.1. Le pouvoir de germination

C'est le pourcentage des semences capable de germer dans les conditions les plus favorables (Heller et al., 2004).

3.2. La capacité de germination

C'est le pourcentage maximal de semences germées dans des conditions données. Il est donc indispensable de préciser les conditions exactes dans lesquelles les semences sont mises à germer (Come, 1970).

3.3. La vitesse de germination

C'est le temps nécessaire mis par les semences germées, pour obtenir 50% de la capacité germinative (Lang, 1969) ; elle est calculée par l'indice de germination (Abbot, 1955 in Mazliak, 1982).

3.4. Conditions de la germination

La germination n'est possible que si certaines conditions sont réunies, les unes intrinsèques et liées à l'état de la semence, les autres extrinsèques et en rapport avec le milieu ambiant (Guyot, 1978).

3.4.1. Les conditions intrinsèques de la germination

3.4.1.1. La maturité de la graine

Chapitre 2

On distingue deux étapes dans la maturation de la graine :

La maturation morphologique :

Elle correspond à la mise en place des éléments constitutifs de la graine. En général, la graine ne peut pas encore germer après cette maturation (**Mihoub et al. 2005**).

La maturation physiologique

Elle est caractérisée par l'intervention de changements indispensables à la germination (**Mihoub et al. 2005**).

3.4.1.2. La dormance

Dans ce cas, les inaptitudes à la germination résident dans l'embryon et constituent les véritables dormances (**Chaussat et al, 1975**)

3.4.2. Les conditions extrinsèques de la germination

Divers facteurs du milieu tel que l'eau, la température, l'oxygène et parfois la lumière contrôlent d'une manière précise, la germination. L'analyse de l'un de ces facteurs ne peut pas faire abstraction des autres, car ils interfèrent tous (**Hopkins, 2003**).

3.4.2.1. L'eau

Chapitre 2

Le passage de la vie ralentie à la vie active d'une semence exige, une imbibition des tissus de ses semences. L'eau d'imbibition doit être fournie en quantité suffisante et non en excès (**Binet, 1978**).

3.4.2.2. La lumière

Selon **Heller et al. (1990)**, 70 % des graines ont une photosensibilité négative, 25% sont à photosensibilité négative et 5% sont indifférentes.

3.4.2.3. L'oxygène

Au fur et à mesure que la teneur en eau des tissus des semences augmente l'intensité respiratoire croît, ce qui entraîne une augmentation des besoins en oxygène. Ce dernier est indispensable au déroulement des réactions de dégradations internes de l'embryon (**Binet, 1978**).

3.4.2.4. La température

D'après **Lafon et al., (1998)**, la température stimule les activités enzymatiques et ainsi la vitesse de germination. La température règle l'apport de l'oxygène à l'embryon, ainsi quand la température s'élève, le métabolisme réclame plus d'oxygène, son apport diminue rendant la germination impossible.

4. Les types de germination

Chapitre 2

Les plantules peuvent être regroupées en trois (3) types de germination, basés essentiellement sur la position prise par les cotylédons après la germination (**Rakouth** cité par **Some, 1991**). Ce sont :

La germination épigée ou phanérocotylaire.

La germination semi-hypogée.

La germination hypogée ou cryptocotylaire.

Certains auteurs cependant, comme De la **mensbrug (1966)** distinguent deux types fondamentaux qui sont les germinations épigée et hypogée, assimilant la germination semihypogée à une germination épigée.

4.1. La germination épigée

Dans ce type de germination comme illustré dans la figure 6, les cotylédons émergent de terre. La partie aérienne de la plantule se compose alors d'un axe, dit hypocotyle, porteur à son extrémité de deux (2) cotylédons. Les premières feuilles, émises au-dessus du point d'attache des cotylédons, prennent naissance sur la portion de tige appelée épicotyle **Some (1989)**.

Chapitre 2

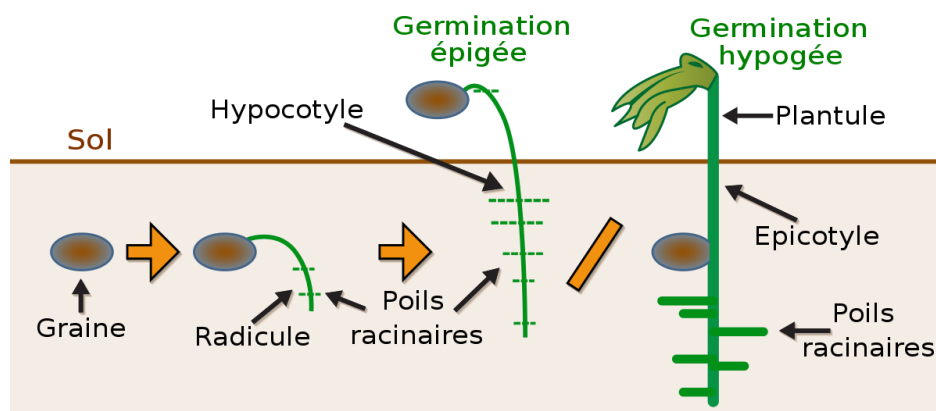


Figure 5 : La germination épigée (kumar, 2015).

En fonction de l'aspect des cotylédons, les plantules à germination épigée peuvent être subdivisées en trois (3) groupes. En effet, **Some (1989)** distingue :

4.1.1. Les espèces à feuilles cotylédonnaires foliacées

Chapitre 2

Les cotylédons se présentent sous une forme foliacée avec apparition nette de la nervation. Cette structure foliacée, selon **De lamensbrug (1966)**, ne permet pas de nourrir l'embryon toujours enfermé souvent dans le tégument de la graine. C'est l'importante masse d'albumen (toujours présente dans ce type de graine) qui assure son alimentation. Il faut que cette source d'alimentation s'épuise pour voir les cotylédons, qui sont épanouis et étalés à l'air en ce moment, contribuer à l'alimentation du jeune plant et cela pendant plusieurs mois parfois.

L'apparition des premières feuilles peut être ainsi retardée.

Chapitre 2

4.1.2. Les espèces à feuilles cotylédonnaires légèrement épaisses

Ici les cotylédons sont en général verts et ont une structure légèrement charnue. Ils sont intermédiaires entre les cotylédons foliacés et les cotylédons charnus. Après leur épanouissement, leur persistance sur la plantule est limitée (**De lamensbrug, 1966**).

4.1.3. Les espèces à cotylédons charnus

Les cotylédons charnus sont gonflés de matières de réserves. Leurs dimensions varient très peu durant leur existence, et leur persistance sur la plantule est limitée. Les premières feuilles apparaissent rapidement ; cela pourrait être lié au fait que les cotylédons sont en général caducs (**De lamensbrug, 1966**).

4.2. La germination semi-hypogée

Dans ce type de germination, les cotylédons restent à ras de terre mais sont visibles et s'ouvrent pour libérer la gemmule. Ce type de germination a été observé chez *Parkiabiglobosa* (**Some, 1991**). Les cotylédons sont généralement plus ou moins charnus et caducs.

4.3. La germination hypogée

Chapitre 2

Dans ce type de germination, l'hypocotyle ne se développe pas et les cotylédons restent dans le sol. L'élongation se fait alors dans la gemmule. Les cotylédons gardent leur attache avec la partie inférieure de la tigelle. Ils alimentent ainsi pendant quelques temps (plusieurs semaines souvent) la plantule, mais après l'épuisement des matières de réserves, ils se dessèchent et disparaissent (**Some, 1991**).

CHAPITRE 03 :

LES MÉTAUX

Chapitre 3

1. Définition des métaux lourds

Les éléments de la classification périodique formant des cations en solution sont des métaux. D'un point de vue physique, le terme « métaux lourds » désigne les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes (environ 65 éléments), caractérisés par une forte masse volumique supérieure à 5 g.cm³ (**Adriano, 2001**) (Tableau 5).

Le terme métaux lourds, « heavy metals », implique aussi une notion de toxicité. Le terme « éléments traces métalliques » est aussi utilisé pour décrire ces mêmes éléments, car ils se retrouvent souvent en très faible quantité dans l'environnement (**Baker et Walker, 1990**).

Tableau 5 : Classification périodique des éléments métalliques

Chapitre 3

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

<http://www.periodni.com/fr/>

ÉLÉMENTS SÉLECTIONNÉS :

1 1.0079 H HYDROGÈNE	2 4.0026 He HÉLIUM																
3 6.941 Li LITHIUM	4 9.0122 Be BÉRYLLIUM	5 10.811 B BORE	6 12.011 C CARBONE	7 14.007 N AZOTE	8 15.999 O OXYGÈNE	9 18.998 F FLUOR	10 20.180 Ne NÉON										
11 22.990 Na SODIUM	12 24.305 Mg MAGNÉSIIUM	13 26.982 Al ALUMINIUM	14 28.086 Si GERMANIUM	15 30.974 P PHOSPHORE	16 32.065 S SOUFRE	17 35.453 Cl CHLORE	18 39.948 Ar ARGON										
19 39.098 K POTASSIUM	20 40.078 Ca CALCIUM	21 44.956 Sc SCANDIUM	22 47.867 Ti TITANE	23 50.942 V VANADIUM	24 51.996 Cr CHROME	25 54.938 Mn MANGANÈSE	26 55.845 Fe FER	27 58.933 Co COBALT	28 58.693 Ni NICKEL	29 63.546 Cu CUVRE	30 65.38 Zn ZINC	31 69.723 Ga GALLIUM	32 72.64 Ge GERMANIUM	33 74.922 As ARSENIC	34 78.96 Se SÉLÉNIUM	35 79.904 Br BROME	36 83.798 Kr KRYPTON
37 85.468 Rb RUBIDIUM	38 87.62 Sr STRONTIUM	39 88.906 Y YTRIUM	40 91.224 Zr ZIRCONIUM	41 92.906 Nb NIOBIUM	42 95.96 Mo MOLYBDÈNE	43 (98) Tc TECHNÉTIUM	44 101.07 Ru RUTHÉNIUM	45 102.91 Rh RHODIUM	46 106.42 Pd PALLADIUM	47 107.87 Ag ARGENT	48 112.41 Cd CADMIUM	49 114.82 In INDIUM	50 118.71 Sn ÉTAIN	51 121.76 Sb ANTIMOINE	52 127.60 Te TELLURE	53 126.90 I IODE	54 131.29 Xe XÉNON
55 132.91 Cs CÉSIIUM	56 137.33 Ba BARYUM	57-71 La-Lu Lanthanides	72 178.49 Hf HAFNIUM	73 180.95 Ta TANTALE	74 183.84 W TUNGSTÈNE	75 186.21 Re RHÉNIUM	76 190.23 Os OSMIUM	77 192.22 Ir IRIDIUM	78 195.08 Pt PLATINE	79 196.97 Au OR	80 200.59 Hg MERCURE	81 204.38 Tl THALLIUM	82 207.2 Pb PLOMB	83 208.98 Bi BISMUTH	84 (209) Po POLONIUM	85 (210) At ASTATE	86 (222) Rn RADON
87 (223) Fr FRANCIUM	88 (226) Ra RADIUM	89-103 Ac-Lr Actinides	104 (267) Rf RUTHERFORDIUM	105 (268) Db DUBNIUM	106 (271) Sg SEABORGIUM	107 (272) Bh BOHRIUM	108 (277) Hs HASSIUM	109 (276) Mt MEITNERIUM	110 (281) Ds DARMSTADTIUM	111 (280) Rg ROENTGENIUM	112 (285) Cn COPERNICIUM	113 (...) Uut UNUNTRIUM	114 (287) Fl FLEROVIUM	115 (...) Uup UNUNPENTIUM	116 (291) Lv LIVERMORIUM	117 (...) Uus UNUNSEPTIUM	118 (...) Uuo UNUNOCTIUM

Copyright © 2012 Erii Generalic

LANTHANIDES

57 138.91 La LANTHANE	58 140.12 Ce CÉRIUM	59 140.91 Pr PRASEODYME	60 144.24 Nd NÉODYME	61 (145) Pm PROMÉTHIUM	62 150.36 Sm SAMARIUM	63 151.96 Eu EUROPIUM	64 157.25 Gd GADOLINIUM	65 158.93 Tb TERBIUM	66 162.50 Dy DYSPROSIUM	67 164.93 Ho HOLMIUM	68 167.26 Er ERBIUM	69 168.93 Tm THULIUM	70 173.05 Yb YTTÉRIUM	71 174.97 Lu LUTÉTIUM
---	---	---	--	--	---	---	---	--	---	--	---	--	---	---

ACTINIDES

89 (227) Ac ACTINIUM	90 232.04 Th THORIUM	91 231.04 Pa PROTACTINIUM	92 238.03 U URANIUM	93 (237) Np NEPTUNIUM	94 (244) Pu PLUTONIUM	95 (243) Am AMÉRICIUM	96 (247) Cm CURIUM	97 (247) Bk BERKÉLIUM	98 (251) Cf CALIFORNIUM	99 (252) Es EINSTEINIUM	100 (257) Fm FERMIUM	101 (258) Md MENDELÉVIUM	102 (259) No NOBÉLIUM	103 (262) Lr LAWRENCIUM
--	--	---	---	---	---	---	--	---	---	---	--	--	---	---

(1) Pure Appl. Chem., 81, No. 11, 2131-2156 (2009)
La masse atomique relative est donnée avec cinq chiffres significatifs. Pour les éléments qui n'ont pas de nucléides stables, la valeur entre parenthèses indique le nombre de masse de l'isotope de l'élément ayant la durée de vie la plus grande. Toutefois, pour les trois éléments (Th, Pa et U) qui ont une composition isotopique terrestre connue, une masse atomique est indiquée.

Chapitre 3

2. Classification et types des métaux lourds

2.1. Classification des métaux lourds

Les métaux lourds peuvent être classés en se basant sur leur densité :

- Les métaux lourds sont dits lourds si leur densité dépasse 5.
- Les métaux lourds sont dits légers si leur densité est inférieure à 5.

Ces métaux lourds sont dangereux pour la santé humaine à très faible concentration selon « the states environmental protection Agency » cependant, le cadmium, le plomb, le chrome, le zinc et d'autres sont considérés (à moins forte dose pour certains) comme étant dangereux pour la santé humaine et dont la présence dans l'environnement doit être surveillée (**Diffus, 1980**).

Les métaux peuvent également être classés en se basant sur leurs effets biologiques (**Catsiki et Catsielleri, 1980**).

- Les oligo-éléments essentiels pour un fonctionnement normal des paramètres biochimiques à des concentrations non excessives, notamment : Fe, Mg, Zn....
- Métaux sans fonction biologique établie tels que : Cd, Hg, Pb.....

2.2. Les différents types des métaux lourds

Chapitre 3

D'un point de vue biologique, on distingue deux types en fonction de leurs effets physiologique et toxique : métaux essentiels et métaux toxiques (**Huynh, 2009**).

2.2.1. Les métaux toxiques

Tout élément est toxique quand il est absorbé en excès par rapport à la capacité d'assimilation de l'organisme. La toxicité des métaux lourds pour les micro-organismes du sol est principalement due à leur capacité à établir des complexes stables avec les protéines ce qui peut altérer les sites actifs ou déplacer des cofacteurs métalliques essentiels (**Baath, 1992**).

Les différents types d'effets possibles de six métaux lourds sur les plantes et les animaux sont présentés dans le tableau 6. La toxicité des métaux lourds pour un même organisme dépend du type de sol, de sa disponibilité des chaque métaux dans ce sol, de l'état physiologique du micro-organisme (**Baath, 1992**).

Tableau 6 : Classification de quelques métaux lourds selon leur densité et leur toxicité (**Adriano, 2001**).

ETM	Plantes	Animaux	Densité
Cd	T	T	8.65

Chapitre 3

Cr	-	E	7.20
Cu	E	E	8.92
Ni	E	E	8.90
Pb	T	T	11.34
Zn	E	E	7.14

2.2.2. Les métaux essentiels ou oligoéléments

Sont des éléments indispensables à l'état de traces pour de nombreux processus cellulaires et qui se trouvent 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, du nickel, du zinc, du Fer. Par exemple, le Zinc à la concentration du milli molaire est un oligoélément qui intervient dans de nombreuses réactions enzymatiques (déshydrogénase, protéinase, peptidase) et joue un rôle important dans le métabolisme des protéines, des glucides et des lipides (**Kabata et Pendais, 2001**).

3. Pollution par les métaux lourds

3.1. Le plomb

Chapitre 3

Le plomb, élément du groupe IV-A du tableau périodique, de masse atomique 207,2 g/mol, possède une densité élevée de 11,3 g.cm⁻³. Le plomb possède un point de fusion de 327°C et sa température d'ébullition est d'environ 1700°C. Il est difficilement détruit, et non dégradé (**Morlot, 1996**). Dans le sol, le Pb peut se retrouver sous forme ionique, dissoute, ou liée plus ou moins fortement aux particules (**Raskin et Ensley, 2000**).

L'accumulation de Pb, provenant des retombées atmosphériques, ou de déchets contaminés déposés sur le sol, se fait principalement dans les horizons de surface (**Steckeman et al., 2000**) et plus précisément dans les horizons riches en matière organique. Les teneurs en Pb diminuent, ensuite, plus en profondeur (**de Abreu et al., 1998**). Ceci s'explique par le fait que le Pb est peu mobile. Etant principalement associé aux argiles, aux oxydes, aux hydroxydes de fer et à la matière organique, il n'est mobile que lorsqu'il forme des complexes organiques solubles et/ou que le sol a dépassé sa capacité d'absorption pour le Pb (**Morlot, 1996 ; Raskin et Ensley, 2000**). Les principales sources de contamination en Pb sont les rejets anthropiques. Ils proviennent principalement des industriels qui extraient et purifient le Pb naturel et qui recyclent les composants contenant du Pb comme les batteries.

Chapitre 3

3.1.1. Le plomb dans la plante

Les plantes peuvent absorber du plomb à partir des racines, mais également à partir des organes aériens, ou bien par l'intermédiaire des deux. Les quantités de métal absorbées par les racines dépendent de la concentration et de la spéciation du métal dans la solution du sol, mais également de ses capacités de migration du sol vers la surface des racines. Ensuite, la quantité de plomb 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).

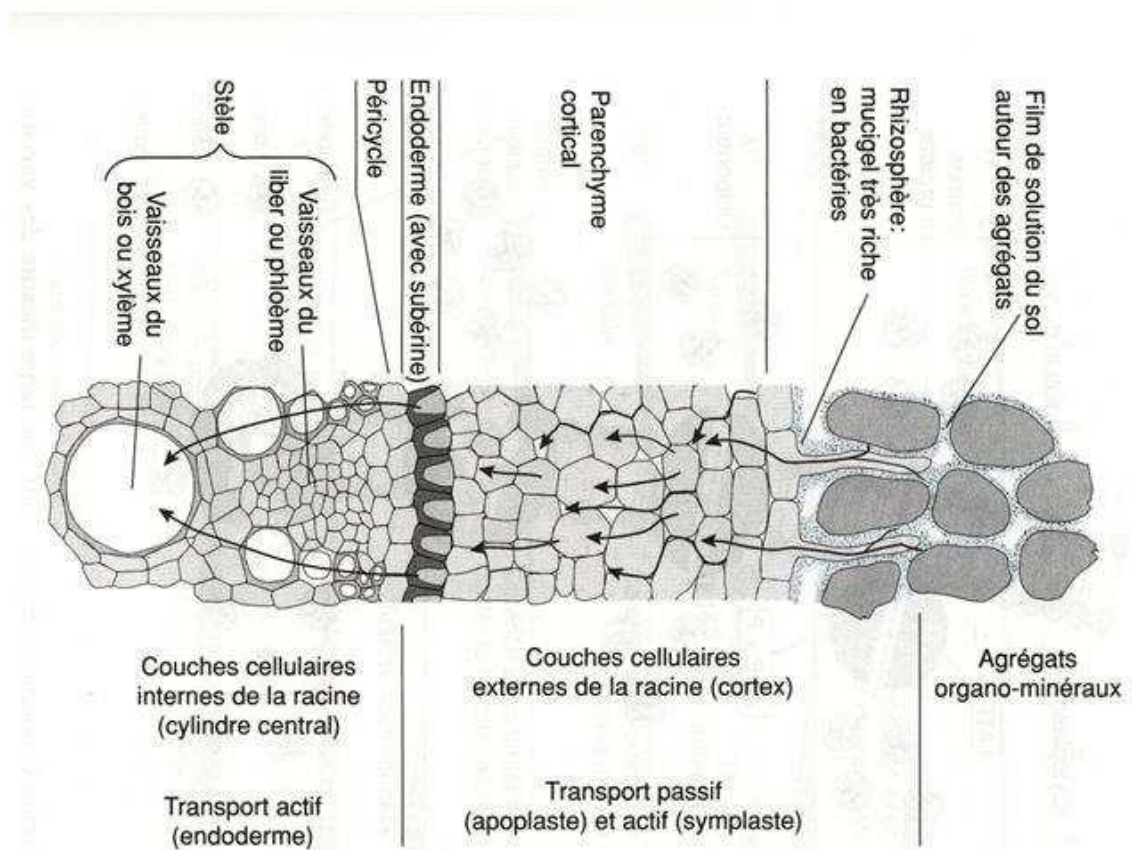
3.1.2. Absorption

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 (Sharma et Dubey, 2005) 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. 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

Chapitre 3

majoritairement présent dans l'apoplaste et que seule une faible proportion pénètre dans l'endoderme (**Tung et Temple, 1996**).

Chapitre 3



Chapitre 3

Figure 6 : Coupe transversale de la racine, avec le passage des ions selon les voies symplastiques et apoplastiques (**Gobat et al., 1998**).

3.1.3. Toxicité du plomb

La toxicité du plomb dépend de sa concentration dans le milieu, de sa spéciation, des propriétés du sol, et enfin de l'espèce végétale concernée. Les plantes mettent en place diverses barrières physiques pour se protéger. Tout d'abord le mucilage sécrété au niveau de la coiffe, qui a la capacité de lier le plomb et donc de gêner son adsorption aux parois cellulaires. Mais pour pouvoir pénétrer dans la racine jusqu'au cylindre central, il doit également passer à travers la paroi cellulaire et la membrane plasmique qui possèdent de nombreux sites de fixation pour le plomb. Quand le plomb a réussi à passer à travers ces barrières de protection, il peut affecter de nombreux processus physiologiques de la plante. Les premiers effets ne provoquent pas de symptômes visibles, ceux-ci ne se manifestant qu'en cas de toxicité avancée (**Seregin et al, 2004 ; Sharma et Dubey, 2005**).

3.1.3.1. Action sur les activités enzymatiques

Le plomb peut inhiber l'action de certaines enzymes, notamment celles qui possèdent un groupement -SH, ce dernier présentant une forte affinité pour le plomb. Dans

Chapitre 3

la plupart des cas, l'inhibition se fait par interaction du plomb avec ce groupement qui est indispensable pour l'activité et le bon fonctionnement des enzymes. Le plomb affecte donc la conformation de nombreuses enzymes, les empêchant de fonctionner convenablement. Parmi les enzymes fondamentales qui peuvent être inhibées par le plomb, se trouvent des enzymes impliquées dans la biosynthèse de la chlorophylle ou bien la RUBISCO qui permet la fixation du CO₂.

L'inhibition de ce type d'enzymes entraîne une forte perturbation de la photosynthèse. Ceci entraîne une réduction de la teneur en chlorophylle ainsi que celle de tous les pigments photosynthétiques, et également une croissance réduite des feuilles. Une concentration plus élevée en plomb provoque une substitution de l'atome de magnésium au centre de la molécule de chlorophylle par un atome de plomb, provoquant un arrêt de la photosynthèse. La photosynthèse reste de ce fait un des mécanismes les plus affectés par la présence du plomb. (Adriano, 1986).

3.1.3.2. Effets sur la nutrition minérale

Le plomb affecte également la nutrition minérale, en perturbant le prélèvement et le transport des nutriments par la plante, tels que Ca, Fe, Mg, Mn, P et Zn en bloquant leur entrée ou en se liant à eux, les rendant indisponibles pour les plantes. A montré que la

Chapitre 3

présence de plombs entraînait une diminution du contenu en potassium dans tous les tissus du concombre, ainsi qu'une diminution du calcium dans les cotylédons et l'hypocotyle, mais aussi du fer dans les racines. Le plomb affecte aussi le métabolisme azoté en diminuant le prélèvement de nitrate et en perturbant le fonctionnement du nitrate réductase (**Seregin et Ivanov, 2001**).

3.1.3.3. Croissance et morphogenèse

Globalement, le plomb affecte la croissance et la morphogenèse des plantes, en perturbant de très nombreux mécanismes physiologiques. Il inhibe fortement la germination et la croissance des plantes, entraînant la formation de plantes de taille réduite. Le plomb affecte considérablement la morphologie des racines, en diminuant la taille des racines primaires ainsi qu'en réduisant le nombre de racines secondaires. L'inhibition de la division et de l'élongation cellulaire sont les phénomènes les plus souvent reportés pour expliquer ces effets du plomb sur les racines. Ceci avait déjà été mis en évidence il y a près de 80 ans par **Hammett, (1929)** qui avait montré une diminution de l'index mitotique dans les racines de maïs et d'oignon, provoquée par la présence de Pb (NO₃), et qu'il avait expliqué par la fixation du plomb sur les groupements –SH des protéines.

Chapitre 3

3.2. Le Zinc

Le Zinc entre naturellement dans l'atmosphère à partir du transport par le vent de particules du sol, des éruptions volcaniques, des feux de forêts et d'émission d'aérosols marins. Les apports anthropiques de Zinc dans l'environnement résultent des sources minières industrielles (traitement minéral, raffinages, galvanisation du Fer, gouttières de toitures, piles électriques, pigments, matières plastiques, caoutchouc), des épandages agricoles (alimentation animaux, lisiers) et des activités urbaines (trafic routier, incinération ordures). Dans les zones portuaires, le Zinc est introduit à partir de la dissolution des anodes destinées à la protection des coques de bateaux contre la corrosion, et est contenu dans certaines peintures antisalissure (CASAS et Stelli, 2005). Le zinc est présent dans l'écorce terrestre principalement sous forme de sulfure (blende), accessoirement sous d'autres formes telles que la smithsonite ($ZnCO_3$), l'hémimorphite ($Zn_4 [(OH)_2S_{12}O_7] H_2O$), ou l'hydrozincite ($Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$). Le zinc provient également des minerais de plomb dans lesquels il est toujours associé au cadmium (Bisson et al, 2005).

Le Zinc est un oligo-élément nécessaire au métabolisme des êtres vivants, essentiel pour de nombreux métallo enzymes et les facteurs de transcription qui sont impliqués dans divers processus cellulaires tels que l'expression des gènes, transduction du signal, la

Chapitre 3

transcription et la réplication. Le Zinc est un des métaux les moins toxiques et les problèmes de carence sont plus fréquents et plus graves que ceux de toxicité. Les risques tératogènes, mutagènes et cancérigènes sont pratiquement nuls aux doses utilisées chez l'homme. Si les signes digestifs aigus n'apparaissent qu'à dose élevée, une anémie sévère par interaction avec le Cuivre peut survenir avec des doses peu supérieures aux apports recommandés. En outre, des problèmes non résolus persistent dans des domaines importants en santé publique: maladie d'Alzheimer, patients diabétiques ou séropositifs. (GUNNAR, F. 2007, Pichard, 2005).

Symbole chimique	Zn
Numéros atomique	30
Masse atomique	65.39
Point d'ébullition	788°F (420°C)
Point de fusion	1665 °F (907°C)
Densité	7.133g/cm ³
Isotopes	Cinq isotopes naturels et soixante artificiels

Tableau 07: Les caractéristiques physicochimiques du zinc (Gray, 2006).

Chapitre 3

3.2.1. Comportement du zinc dans l'environnement:

La concentration du zinc dans les eaux naturelles est généralement faible et diminue encore par suite de son adsorption sur les matières en suspension et les sédiments, la solubilité des sels du zinc peut être importantes (**Savary, 2003**). Bien que le zinc ne soit pas un élément sensible aux variations de potentiel redox, dans des milieux réducteurs, la formation de sulfures en phase aqueuse ou en phase solide est le processus contrôlant la disponibilité de ce métal dans l'environnement (**Burnol et al., 2006**).

3.2.2. Toxicité de zinc :

Le zinc est un oligo-élément entrant dans la composition de nombreuses métallo-enzymes (Viala et Botta, 2005). Il est doué de propriétés hermétiques et devient donc toxique à des concentrations relativement faibles (**Ramade, 2000**). L'inhalation des fumées d'oxyde de zinc peut conduire à une intoxication aigue caractérisée par une asthénie accompagnée de fièvre (**Ramade, 2000**). Les manifestations d'intoxication aiguës se traduisent entre autres par des troubles digestifs (**Savary, 2003**).

Le zinc exerce une action toxique sur un vaste spectre d'organismes terrestres et aquatiques à partir de faibles concentrations (à quelques ppm), il inhibe la photosynthèse des

Chapitre 3

plantes vertes, du phytoplancton et des algues macrophytes. Il provoque diverse lésions tissulaires, en particulier chez les invertébrés aquatiques et chez les poissons. Il retarde également la croissance et perturbe la reproduction (**Ramade, 2000**).

1.4. Le nickel

Le nickel (Ni) n'a pas toujours été considéré comme un élément important pour la croissance des plantes, mais des recherches ont démontré qu'il leur est plutôt essentiel. L'intervalle normal pour le nickel dans la plupart des tissus végétaux se situe entre 0.05-5 ppm. Puisqu'il n'est pas requis en grandes quantités (souvent en parties par milliard), on le retrouve en quantités suffisantes en tant que contaminant dans le sol, l'eau, l'engrais, etc. Les carences en nickel sont rares et sont souvent mal diagnostiquées puisqu'initialement, elles ne montrent aucuns symptômes chez les plantes. Cela explique pourquoi la plupart des laboratoires ne font pas de tests de nickel et pourquoi aucun nickel n'est ajouté à la plupart des engrais (**Brown, P.H., R.M. Welch and E.E. Cary, 1987**)

3.3.1. Rôle du nickel

Le nickel est une composante de certaines enzymes végétales, plus particulièrement l'uréase, laquelle métabolise l'azote uréique en ammoniac utilisable dans la plante. Sans nickel, l'urée peut s'accumuler dans le tissu végétal et atteindre des niveaux toxiques, formant

Chapitre 3

des lésions nécrotiques sur les extrémités des feuilles. Dans un tel cas, une carence en nickel entraîne une toxicité en urée. Le nickel est également utilisé comme catalyseur dans les enzymes utilisées pour aider les légumineuses à fixer l'azote. Il semble aussi que le nickel aide les plantes à mieux tolérer les maladies, mais la façon dont cela se produit reste à clarifier **(Brown, P.H., R.M. Welch and E.E. Cary, 1987)**.

3.3.2. Carence

Une carence mineure en nickel ne montre aucun symptôme visuel, mais peut réduire la croissance et la production des plantes. Une carence majeure en nickel montrera des symptômes visuels de façon typique sur les vieilles feuilles puisque le nickel est un élément mobile. Les symptômes de carence chez les légumineuses incluent une chlorose complète de la feuille ainsi que des extrémités de feuilles nécrotiques (causées par l'accumulation de niveaux toxiques d'urée).

Chez les plantes ornementales ligneuses, les symptômes se produisent au printemps et affectent les nouvelles pousses. Ils peuvent inclure des entrenœuds plus courts (ce qui donne à la plante une apparence de rosette), une faible croissance des pousses, la mort des bourgeons terminaux, et éventuellement la mort des pousses et des branches. Chez le pacanier, les symptômes sont semblables à ceux des plantes ornementales ligneuses, mais ils incluent aussi

Chapitre 3

un plus faible développement des limbes et une nécrose des extrémités des feuilles. Les feuilles développent une condition appelée « oreille de souris » qui fait que les folioles sont petites avec des extrémités arrondies, plutôt que longues et pointues.. (**Brown, P.H., R.M. Welch and E.E. Cary, 1987**)

3.3.3. Toxicité

Il est improbable qu'une toxicité en nickel se produise dans les cultures en serre, et il a été démontré qu'une toxicité en nickel est moins toxique que les autres métaux lourds comme le cuivre. Typiquement, des toxicités se produisent chez les plantes ornementales ligneuses si les niveaux du tissu végétal dépassent 80-120 ppm; les plantes sensibles, comme la tomate, peuvent souffrir de toxicités dépassant les 10 ppm. Les débuts d'une toxicité en nickel ne démontrent pas de symptômes visuels clairs, mais la croissance des pousses et des racines est souvent réprimée. Éventuellement, les symptômes apparaissent : une chlorose interveinale ou des taches chlorotiques sur les nouvelles feuilles (en raison d'une carence provoquée en fer, en zinc ou en cuivre), puis l'arrêt du développement des feuilles et une nécrose se développant depuis les bords des feuilles, jusqu'à la mort de la plante.

Si une toxicité en nickel se produit, faites d'abord tester le tissu végétal. Vérifiez vos sources d'engrais puisque les boues d'épuration et les fumiers d'origine animale peuvent

Chapitre 3

contenir des quantités importantes de nickel. Testez l'eau d'irrigation car les déchets chimiques industriels peuvent contaminer les sources d'eau en y ajoutant des quantités excessives de nickel. Le nickel peut être immobile dans le substrat si le pH est élevé (ce qui rend aussi les micronutriments indisponibles pour absorption par la plante). Corrigez également toute carence en micronutriments puisque cela peut compétitionner avec le nickel, réduisant l'absorption du nickel excédentaire par la plante. **(Brown, P.H., R.M. Welch and E.E. Cary, 1987)**

3.3.4. Sources de nickel

Puisque le nickel est requis en toutes petites quantités et qu'il doit faire l'objet de recherches plus approfondies, la plupart des fabricants d'engrais n'en ajoutent pas à leurs produits. On en retrouve en tant que contaminant dans l'engrais et dans l'eau d'irrigation, et souvent dans les boues d'épuration et les déchets d'origine animale. Le nickel peut également être appliqué sous forme de sulfate de nickel ou sous une forme chélatée. Usez de prudence car une toute petite quantité de nickel est nécessaire pour corriger une carence.

Les laboratoires ne font pas de tests de nickel dans les substrats, les tissus végétaux ou les solutions d'engrais, puisque typiquement, les cultures en serre ne sont pas sensibles aux

Chapitre 3

carences ou toxicités en nickel. Si vous souhaitez faire tester cet élément, communiquer avec votre laboratoire pour voir si cela peut être fait et à quel coût.

PARTIE

PARTIE PRATIQUE

CHAPITRE 01 :

MATERIEL ET

1. Objectifs de l'expérimentation : Pour déterminer les effets des métaux lourds (Zn, Pb, Cd) sur la germination de *Stipagrostis pungens* et d'évaluer sa tolérance à ce type de stress oxydatif, au stade de germination. L'objectif est de valoriser ces espèces en découvrant leur capacité à résister aux conditions extérieures agressives liées à leur aire de répartition et à lutter contre divers défis environnementaux.

2. Matériels utilisés:

2.1. Les graines de *Stipagrostis pungens*



Figure 7: Les grains de *Stipagrostis pungens*

1.2 Les métaux lourds :

1.2.1 Chlorure de zinc :

Le chlorure de zinc est un corps composé ionique de cation zinc et d'anion chlorure, de formule chimique $ZnCl_2$ (Greenwood 1997).

1

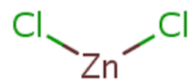


Figure 8 : Chlorure de zinc (ZnCl_2)

2.2.3 Chlorure de nickel:

Le chlorure de nickel(II) est un sel de nickel de formule chimique NiCl_2 . Sa forme anhydre est jaune-brune, mais on le rencontre plus fréquemment sous sa forme hexahydratée $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ qui est verte et on lui connaît aussi une forme dihydratée (Stucky, D1967)

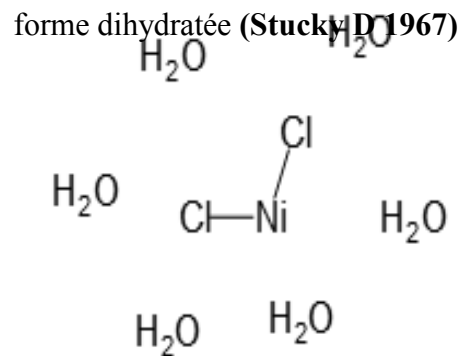


Figure 09: Chlorure hexa hydrate ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

1.2.4 Acétate de Pb :

L'acétate de plomb(II) est un composé chimique se présentant soit sous la forme d'une poudre blanche à incolore (anhydre), soit sous la forme d'un cristal incolore (forme

1

trihydraté). Comme tous les composés du plomb il est toxique, et comme beaucoup d'entre eux, il a un goût sucré(Jean b, 2005).

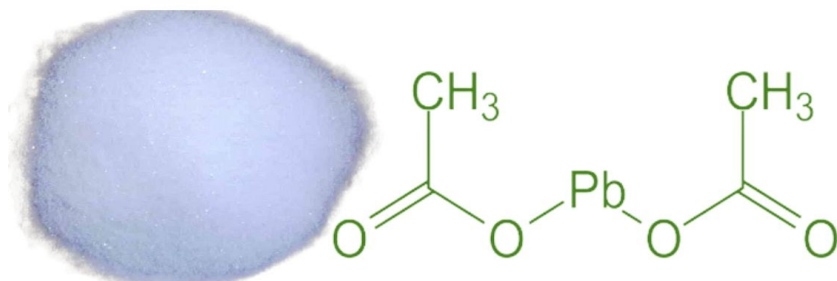


Figure 10:Acétate de Pb $(\text{CH}_3\text{COO})_2$

4. Protocole :

4.1 Préparation des graines

4.1.1 Test de viabilité des graines :

Pour tester la viabilité des graines sélectionnées : ces dernières sont mises dans un récipient d'eau distillée, les graines qui se précipitent au fond du bécher sont considérées comme mures, celles qui remontent en surface sont soit immatures ou mortes et par conséquent sont enlevées du lot, afin d'homogénéiser la taille des graines testées nous les avons fait passer à travers un tamis avec une porosité de 2mm pour ne retenir ainsi que celles ayant une dimension supérieure à cette valeur .



Figure 11: Test de viabilité des graines de *Stipagrostis pungens*

4.1.2. Désinfection des graines :

Les graines subissent le protocole de stérilisation suivant :

Trempage dans un bain (1/3 d'eau de javel et 2/3 eau distillé pendant 5 min)

Trempage dans un bain d'eau distillée 3 fois (chaque fois 5min)

1



Figure 12 : Désinfection des graines de *Stipagrostis pungens*

4.2 Préparation des concentrations

Suivez les étapes suivantes pour chaque métal :

Peser 20 g de métal à l'aide de balance et spatule

Verser 200 ml de l'eau distillé dans une éprouvette

Dans un bécher, mélanger 200 ml d'eau distillé avec 20g de métal

Mélanger à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 5min V = 200 ml de mélange

Après 5 min, préparer 4 concentrations

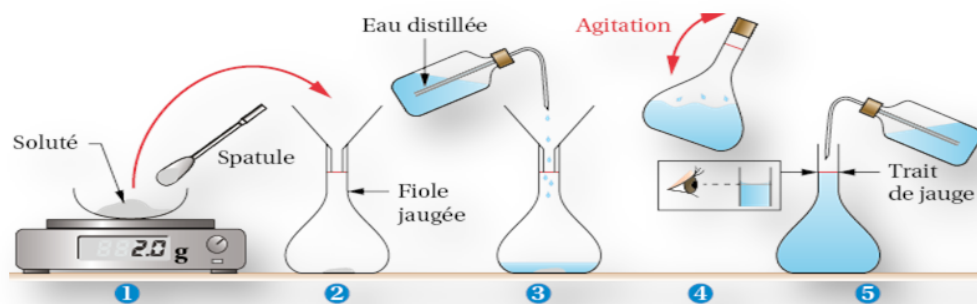


Figure 13: Préparation des concentration

1

C₁ : 25 ppm

C₂ : 50 ppm

C₃ : 75 ppm

C₄ : 100 ppm

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

C₁ 25 ppm = prendre 25 ml de la solution préparé (V_x), ajoutez y 75 ml d'eau distillée.

C₂ 50 ppm = prendre 50 ml de la solution préparé (V_x), ajoutez y 50 ml d'eau distillée.

C₃ 75 ppm = prendre 75 ml de la solution préparé (V_x), ajoutez y 25 ml d'eau distillée.

C₄ 100 ppm = le reste de la solution préparé est 100 ppm.

ces étapes incluent tous les métaux utilisés (NiCl₂, Pb, ZnCl₂)

A la fin, il y'a 4 concentrations et pour chaque concentration 3 répétitions pour chaque métal.

Donc : 4c x 3 métaux lourds x 3 répétitions avec 3 répétitions plus comme un témoin

(36 boites de pétri + 3 échantillon = 39 boite)

Chaque boîte de pétri est arrosée avec sa solution préparé pour la première fois seulement, puis on complète l'arrosage avec l'eau distillée.

4.3 Mise en germination :

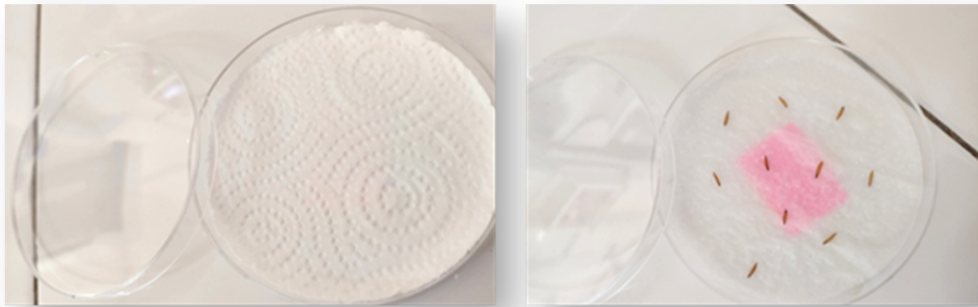
Les graines sont misent dans des boîtes de pétri (10 graines dans chaque boîte avec des étiquettes écrites au dessus du couvercle avec le nom du métal et la concentration et le numéro de la répétition) en plastique tapissées de deux couches de papier hygiénique avec un régime d'arrosage 3 à 5 fois par semaine avec d'eau distillé à raison de 4ml par boîte de pétri à l'aide de seringue pendant 12 jours. les graines étant comptées pour déterminer celles qui ont germé. Des critères de percée radicale ont été utilisés pour évaluer la germination des graines. Une fois que la racine blanchâtre de la graine dépasse du tégument, la graine est considérée comme germée. Ces comptages ont été répétés quotidiennement pendant toute la durée de l'expérience.

1

Chaque boîte doit être recouverte d'une feuille d'aluminium car les graines de drinn sont positivement photosensibles.

les boîtes sont disposées de manière aléatoire, en tenant compte de disponibilité des conditions de germination (température).

1



1

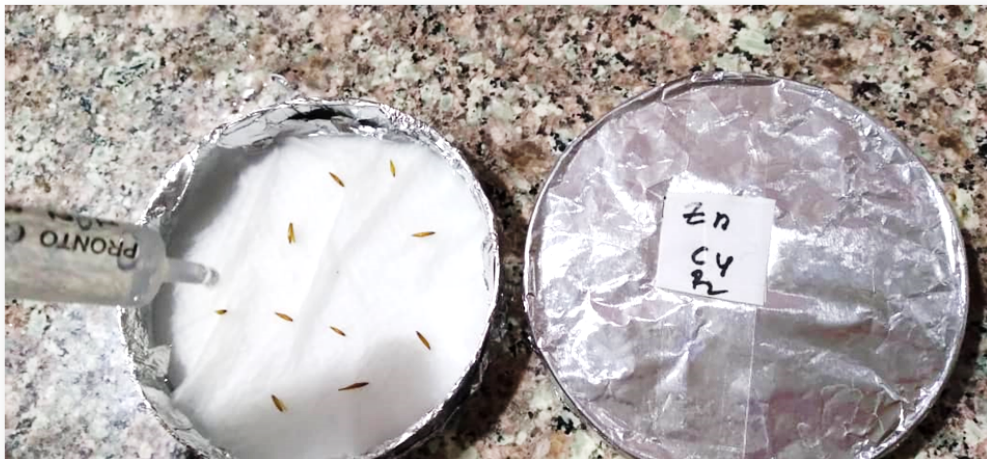


Figure 14: mise en germination des graines de *Stipagrostis pungens*

5. Les paramètres étudiés :

- **Le pourcentage de germination finale FGP** a été calculé selon l'équation suivante :

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

Où (n) est le nombre de graines germées et N est le nombre de graines testées

- **La germination quotidienne moyenne MDG** a été estimée comme décrit par **Almaghrabi et al(2014)** :

$$MDG = N/D$$

Où N est le nombre totale de graines germées et D est le nombre total de jours .

- **Le temps de germination moyen (MGT)** a été obtenu par l'expression suivante (**Akinci 2010**)

$$MGT = \Sigma (n \times d) / \Sigma n$$

Ou 'n' est le nombre de graines qui ont germé le jour 'd' après imbibition

- **L'indice de germination (IG)** a été déterminé par la formule donnée par **Salhazade et al (2009)** :

$$GI = \sum (n_i / D_i)$$

Ou 'n_i' est le nombre de graines germées au jours 'i' et D_i est le jour 'i'

- **La valeur germinative (VG)** est une valeur composé qui combine a la fois la vitesse de germination et la germination totale, elle a été calculé selon la formule de **Djavanshir et Pourbeik (1976)** :

$$GV = (\sum DGS/N) \times FGP \times 10$$

Ou 'DGS' est la vitesse de germination quotidienne, FGP est le pourcentage de germination finale et N est le nombre de DGS qui été calculé pendant le test

5.1. Mesure de la longueur de la partie aérienne et souterraine :

Après de 12 jours de germination on prend les plantules et on sépare la partie aérienne de la partie souterraine et à l'aide d'une règle, on mesure la longueur de chaque partie.

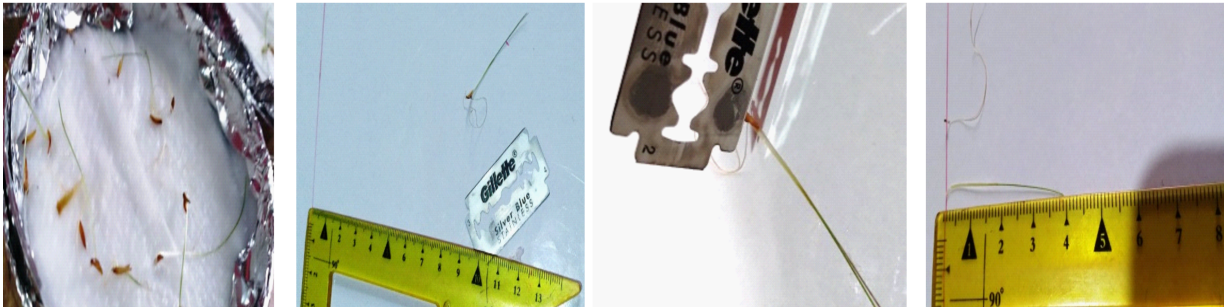


Figure 15: Les étapes de mesure de la longueur de la partie aérienne et souterraine

Longueur moyenne de la première feuille (LMF)

Après 12 jours de mise en culture, la longueur de la première feuille de chaque graine de *Stipagrostis pungens* germée est mesurée à l'aide de logiciel Image J. La longueur moyenne est calculée pour chaque boîte de pétri et pour chaque condition de traitement.

Longueur moyenne des racines (LMR)

La longueur maximale des racines séminales a été déterminée comme étant la longueur de la racine la plus longue, en moyenne de l'échantillon de dix plantules (**Simmons et al., 1995**).

Indice de tolérance

Un indice dit de tolérance (**Tolérance Index, TI**) est calculé à partir de la longueur des racines. Il permet de comparer la capacité des plantes à pousser dans un milieu de culture contaminé,

Dans notre cas par le plomb, le zinc ou le nickel, par rapport aux plantes poussant dans un milieu non traité. La formule de cet indice est la suivante (**Wilkins, 1957**).

TI (%) = (taille moyenne des racines des plantes traitées / taille moyenne des racines témoin).

1.3. Traitement statistique des données

Pour démontrer l'effet des différents métaux lourds ($ZnCl_2$, Pb et $NiCl_2$) sur la germination de *Stipagrostis pungens*, une analyse de la variance (**ANOVA**) à un facteur a été réalisée. Pour les paramètres où il y a une différence significative, ils ont été soumis à des comparaisons multiples de moyennes par le test de Duncan pour faire ressortir les groupes homogènes au seuil de 5%. Aussi, des corrélations entre les paramètres étudiés ont été faites, les corrélations sont significatives si la p value est inférieure à 0.05. Cette analyse est réalisée à l'aide du logiciel **Statistica Version 6**. Les résultats obtenus sont représentés sous forme d'histogramme grâce au logiciel **Microsoft Office Excel 2010**.

Chapitre 2

Chapitre 2

CHAPITRE 02 :

RÉSULTATS ET

Chapitre 2

Chapitre 2

1. Résultats :

1.1. Les paramètres physiologiques

1.1.1. Le pourcentage de germination final (FGP)

Effet de Zn

Les résultats obtenus (**figure 16**) montrent que le pourcentage de germination final (FGP) des graines de *Stipagrosits pungens* est supérieur à 60% pour toutes les doses de $ZnCl_2$ appliquées (0, 50, 75 et 100 ppm). Le pourcentage de germination final le plus élevé (90%) pour les graines de *Stipagrosits pungens* a été enregistré pour la concentration C2 (50 ppm)

Chapitre 2

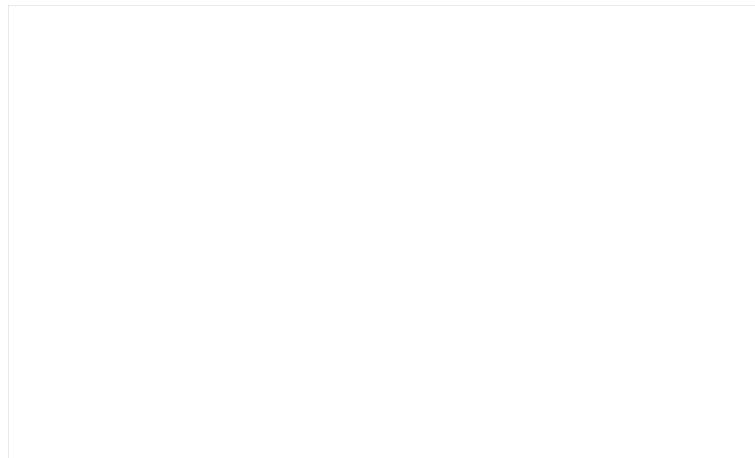


Figure 16: Variation du pourcentage de germination final (FGP) des graines de *Stipagrosits pungens* en fonction des concentrations de $ZnCl_2$. n.s. correspond à une différence non significative.

Chapitre 2

Effet de Pb

Les résultats obtenus (**figure 17**) montrent que le pourcentage de germination final (FGP) des graines de *Stipagrosits pungens* est supérieur à 58% pour toutes les doses de Pb appliquées (0, 25, 50, 75 ,100 ppm), Le pourcentage de germination final le plus élève (77%) pour les graines de à *Stipagrosits pungens* a été enregistré pour la concentration C3 et les autres concentrations C0, C1, C2 et C4 ont presque la même valeur.

Chapitre 2

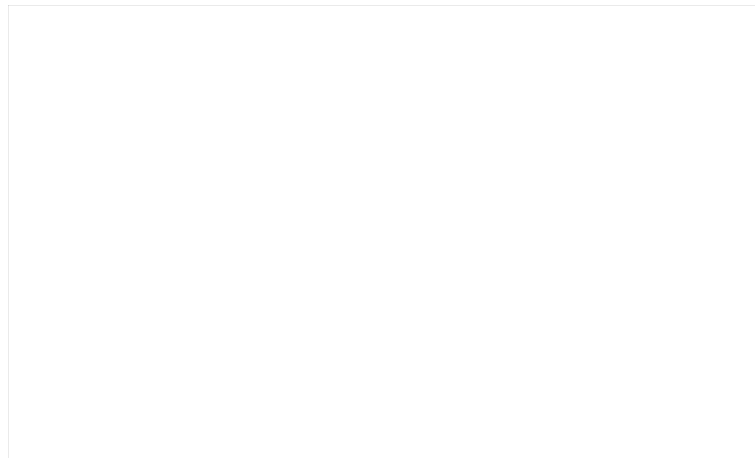
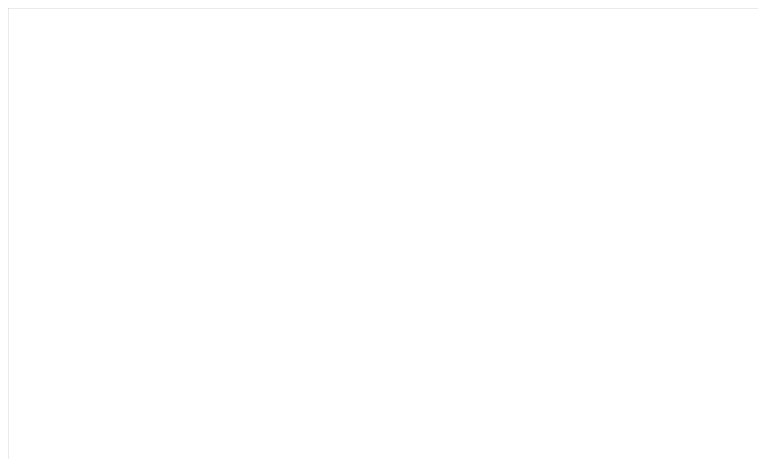


Figure 17: Variation du pourcentage de germination final (FGP) des graines de *Stipagrostis pungens* en fonction des concentrations de Pb. n.s. correspond à une différence non significative.

Effet de Ni

Chapitre 2

Les résultats obtenus (**figure 18**) montrent que le pourcentage de germination final (FGP) des graines de *Stipagrostis pungens* est supérieur à 60% pour toutes les doses NiCl_2 appliquées (0, 25, 50, 75 et 100 ppm). Le pourcentage de germination final le plus élevé (83%) pour les graines de *Stipagrostis pungens* a été enregistré pour la concentration C3.



Chapitre 2

Figure 18 : Variation du pourcentage de germination final (FGP) des graines de *Stipagrosits pungens* en fonction des concentrations de NiCl₂. n.s. correspond à une différence non significative.

1.1.2. La germination quotidienne moyenne (MDG)

Le témoin (C0) affiche une germination quotidienne moyenne MDG de 1.37, servant de référence.

Effet de Zn

Les résultats obtenus (**figure 19**) montrent que la germination quotidienne moyenne (MDG) des graines de *Stipagrosits pungens* en fonction des concentrations (0, 25, 50, 75 et 100 ppm) de ZnCl₂ est supérieure à 5,5% / j pour C0 et elle augmente pour atteindre une

Chapitre 2

valeur maximale de 7,8% / j à C2, cependant la (MDG) diminue au fur et à mesure que la concentration augmente.

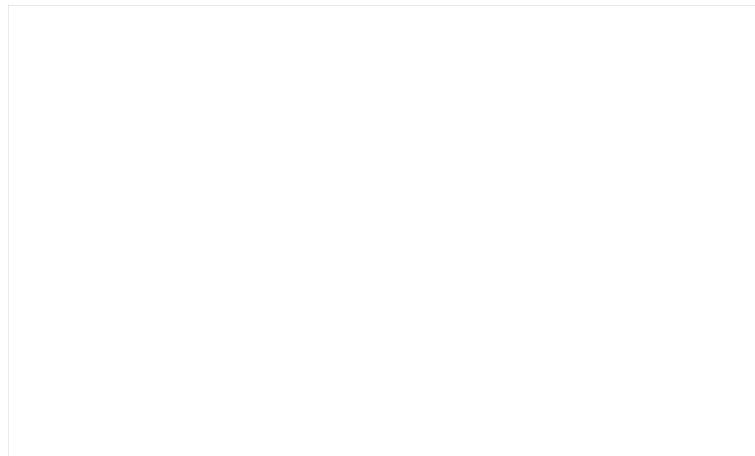
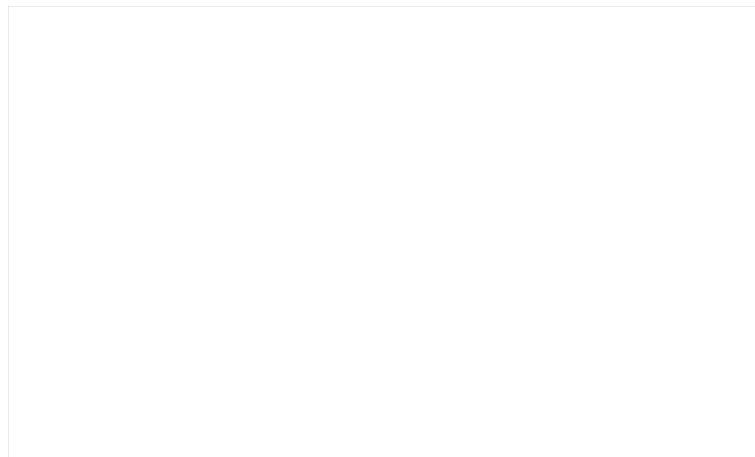


Figure 19 : Variation de la germination quotidienne moyenne (MDG) des graines de *Stipagrostis pungens* en fonction des concentrations de $ZnCl_2$. n.s. correspond à une différence non significative.

Chapitre 2

Effet de Pb

Les résultats obtenus (**figure 20**) montrent que la germination quotidienne moyenne (MDG) des graines de *Stipagrostis pungens* en fonction des concentrations de PbCl_2 est invariable pour les concentrations C0, C1 et C2 et elle est de 5,5 %/ J, elle augmente ensuite à 6,1% /J pour C3, puis elle diminue à 4,8%/J pour C4.



Chapitre 2

Figure 20 : Variation de la germination quotidienne moyenne (MDG) des graines de *Stipagrosits pungens* en fonction des concentrations de $PbCl_2$. n.s. correspond à une différence non significative.

Effet de Ni

Les résultats obtenus (**figure 21**) montrent que la faible germination quotidienne moyenne (MDG) des graines de *Stipagrosits pungens* est de 5 %/j pour la concentration C1 alors que la valeur maximale enregistrée est de 7,2%/j pour C3.

Chapitre 2

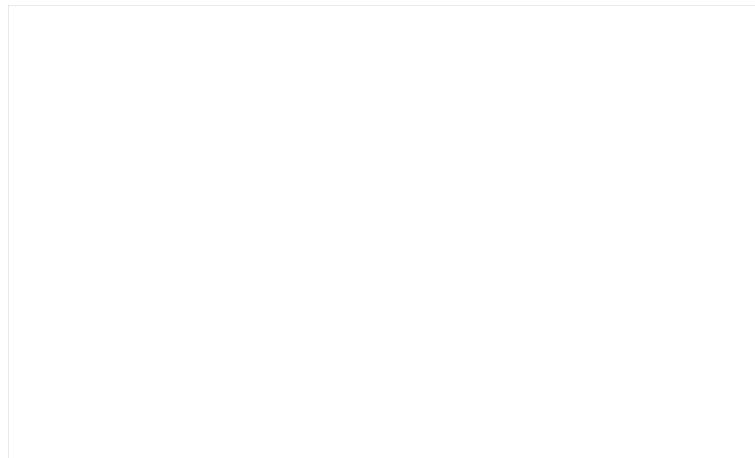


Figure 21 : Variation de la germination quotidienne moyenne (MDG) des graines de *Stipagrostis pungens* en fonction des concentrations de NiCl_2 . n.s. correspond à une différence non significative.

Chapitre 2

1.1.3. Le temps moyen de germination (MGT)

Effet de Zn

Les résultats obtenus (**figure 22**) montrent que le temps moyen de germination (MGT) maximal est de 7 jours pour la concentration C2 et le plus faible est de 5,2 jours pour la concentration C0 qui a presque la même valeur que les autres concentrations (C1, C3 et C4).

Chapitre 2

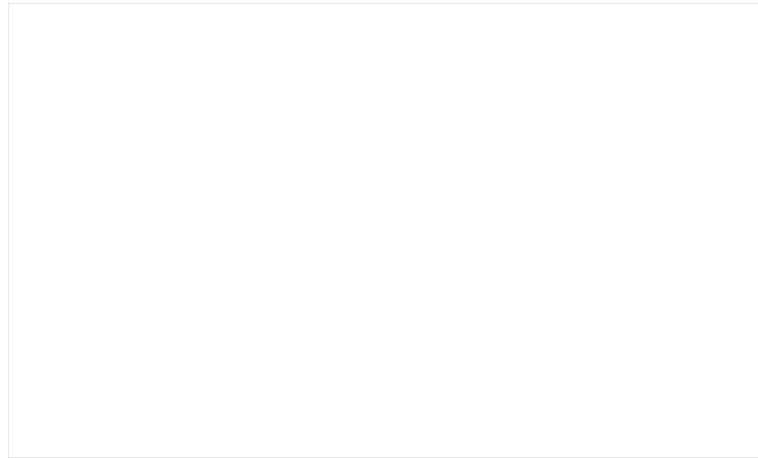


Figure 22: Variation du temps moyen de germination (MGT) des graines de *Stipagrostis pungens* en fonction des concentrations de $ZnCl_2$. n.s. correspond à une différence non significative.

Chapitre 2

Effet de Pb

Les résultats obtenus (**figure 23**) montrent que le temps moyen de germination (MGT) minimal est de 4,7 jours pour la concentration C4 alors que le MGT maximal est de 5,8 jours pour la concentration C3 qui a presque la même valeur que les concentrations (C2 , C1 et C0).

Chapitre 2

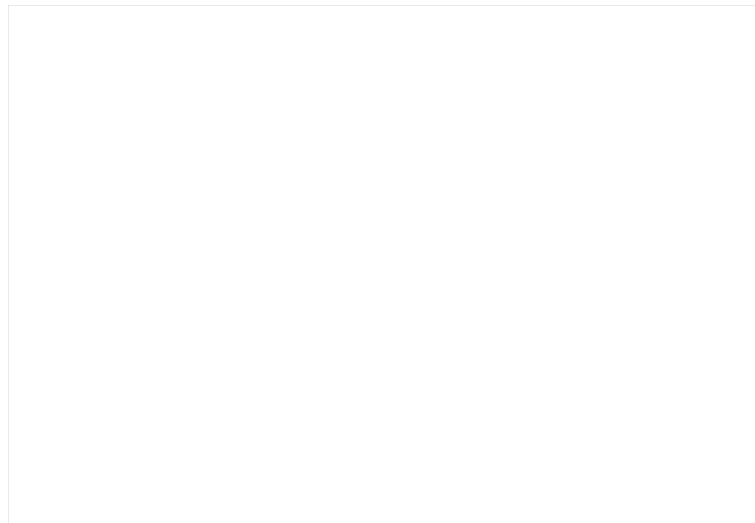
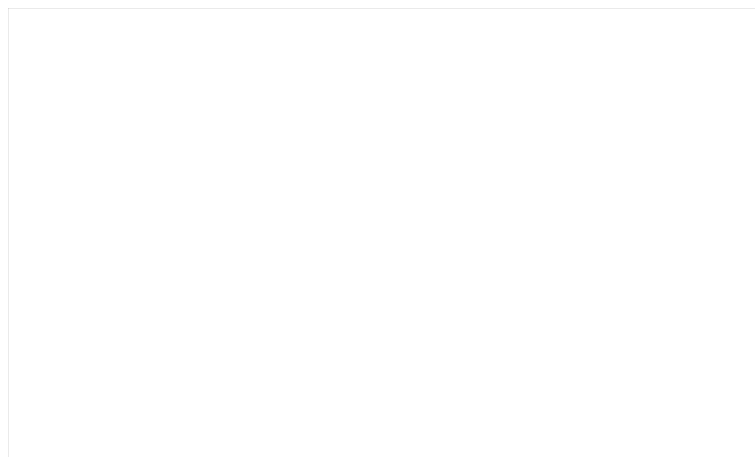


Figure 23: Variation du temps moyen de germination (MGT) des graines de *Stipagrostis pungens* en fonction des concentrations de $PbCl_2$. n.s. correspond à une différence non significative.

Chapitre 2

Effet de Ni

Les résultats obtenus (**figure 24**) montrent que le temps moyen de germination (MGT) maximal est de 6,6 jours pour les concentrations C2 et C3 et il est de 5 et 5.3 jours pour les concentrations C0 et C4 respectivement.



Chapitre 2

Figure 24: Variation du temps moyen de germination (MGT) des graines de *Stipagrostis pungens* en fonction des concentrations de NiCl₂. n.s. correspond à une différence non significative.

1.1.4. L'indice de germination (IG)

Effet de Zn

Les résultats obtenus (**figure 25**) montrent que l'indice de germination (IG) le plus élevé est de 2.4 graines/jour enregistré pour la C2 et l'indice le plus faible est de 1.7 graine/jour pour la concentration C3. Les concentrations C0, C1 et C3 ont les valeurs 1.9, 2.1 et 1.8 graines/jour respectivement.

Chapitre 2

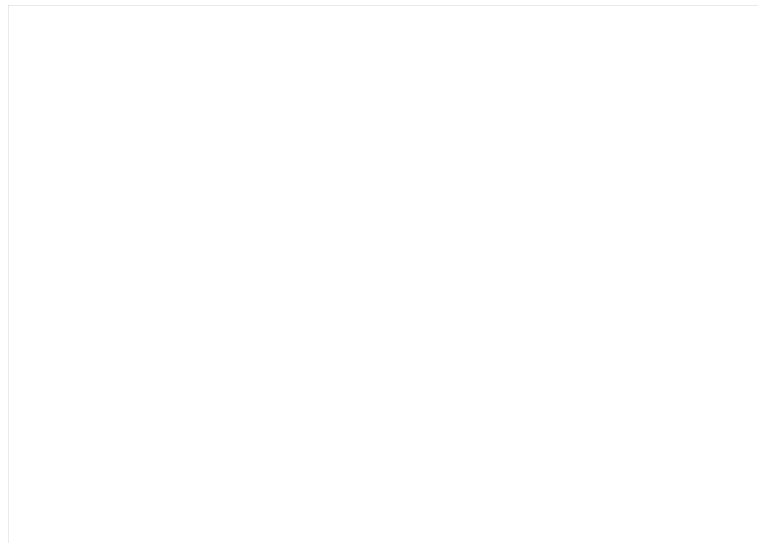


Figure 25: Variation de l'indice de germination (IG) des graines de *Stipagrosits pungens* en fonction des concentrations de $ZnCl_2$. Les lettres différentes correspondent à une différence significative ($p < 0,05$).

Chapitre 2

Effet de Pb

Les résultats obtenus (**figure 26**) montrent que l'indice de germination (IG) le plus élevé est de 1.8 graine / jour pour la concentration C0 et le plus faible correspond à la concentration C4 avec 1,4 graine/jour. Les autres concentrations C1, C2 et C3 ont les valeurs 1.6, 1.5 et 1.7 graines/jour respectivement.

Chapitre 2

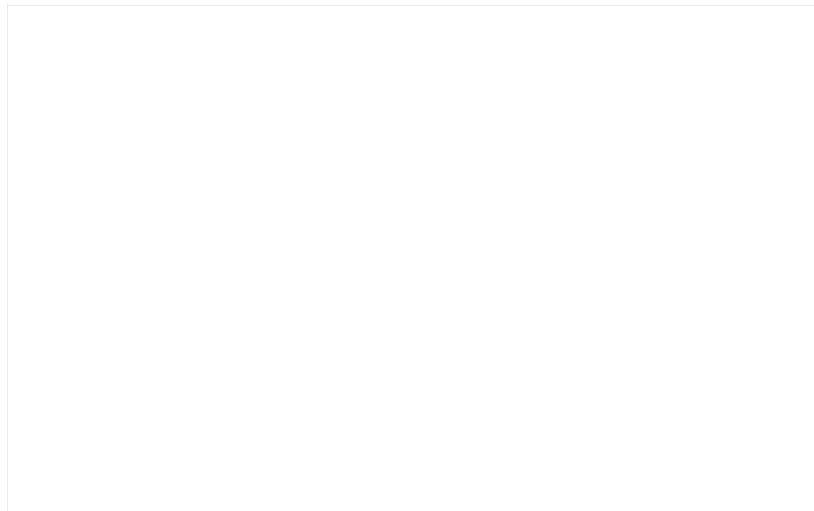
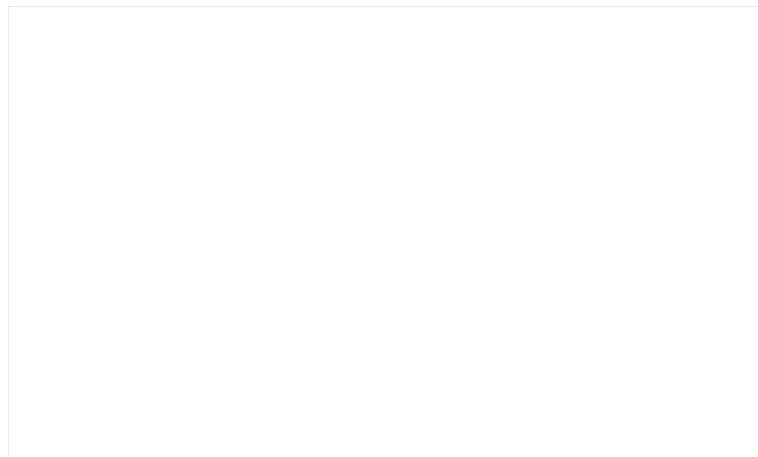


Figure 26: Variation du l'indice de germination (IG) des graines de *Stipagrostis pungens* en fonction des concentrations de $PbCl_2$. n.s. correspond à une différence non significative.

Effet de Ni

Chapitre 2

Les résultats obtenus (**figure 27**) montrent que l'indice de germination (IG) le plus faible est 1.4 graine/jour pour C1 et les autres concentrations C0, C2 et C3 et C4 ont les valeurs 1.9, 1.8, 1.9 et 1.6 graines/jour respectivement.



Chapitre 2

Figure 27: Variation du l'indice de germination (IG) des graines de *Stipagrosits pungens* en fonction des concentrations de NiCl_2 . n.s. correspond à une différence non significative.

1.1.5. La valeur germination (VG)

Effet de Zn

Les résultats obtenus (**figure 28**) montrent que la valeur de germination (VG) la plus faible est de 18% pour la concentration C4 alors que la valeur la plus élevée est de 42% pour la concentration C2.

Chapitre 2

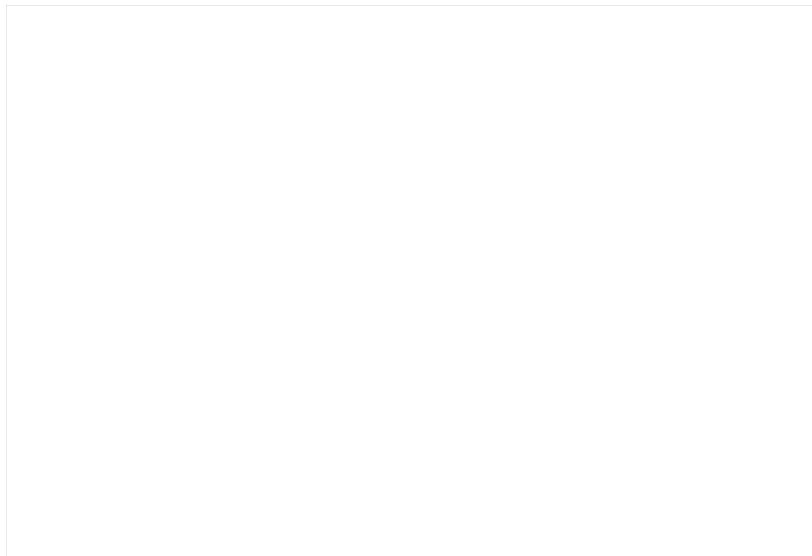
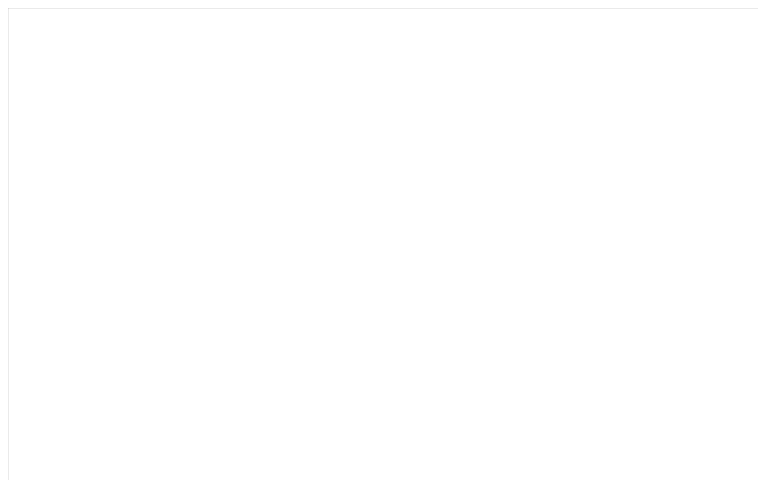


Figure 28: Variation de la valeur de germination (VG) des graines de *Stipagrostis pungens* en fonction des concentrations de $ZnCl_2$. n.s. correspond à une différence non significative.

Chapitre 2

Effet de Pb

Les résultats obtenus (**figure 29**) montrent que la valeur de germination (VG) la plus faible est de 10 % pour C4 et la plus élevée est de 24% pour C0 et C3.



Chapitre 2

Figure 29: Variation de la valeur de germination (VG) des graines de *Stipagrostis pungens* en fonction des concentrations de $PbCl_2$. n.s. correspond à une différence non significative.

Effet de Ni

Les résultats obtenus (**figure 30**) montrent que valeur de germination (VG) la plus faible est de 42% pour C1 et la plus élevée est de 78% pour C2 qui est proche de celles de C0 et C3.

Chapitre 2

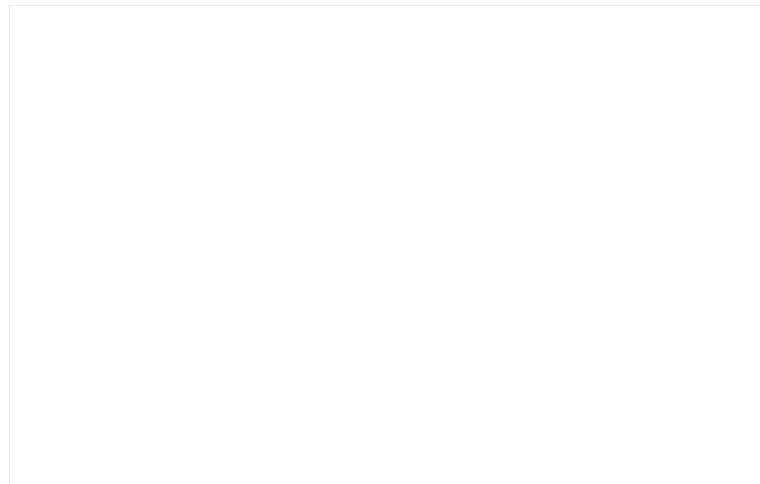


Figure 30: Variation de la valeur de germination (VG) des graines de *Stipagrostis pungens* en fonction des concentrations de NiCl_2 . n.s. correspond à une différence non significative.

Chapitre 2

1.2. Les paramètres morphologiques

1.2.1. Longueur moyenne de la première feuille (LMF)

Effet de $ZnCl_2$

Les résultats obtenus (**figure 31**) montrent que la longueur moyenne de la première feuille (LMF) la plus élevée est de 4.5 cm pour la concentration C1 et la plus faible est de 2.8 cm pour la concentration C3 qui est proche de C4. Les concentrations C0 et C2 ont des valeurs proches de 3.8 cm.

Chapitre 2

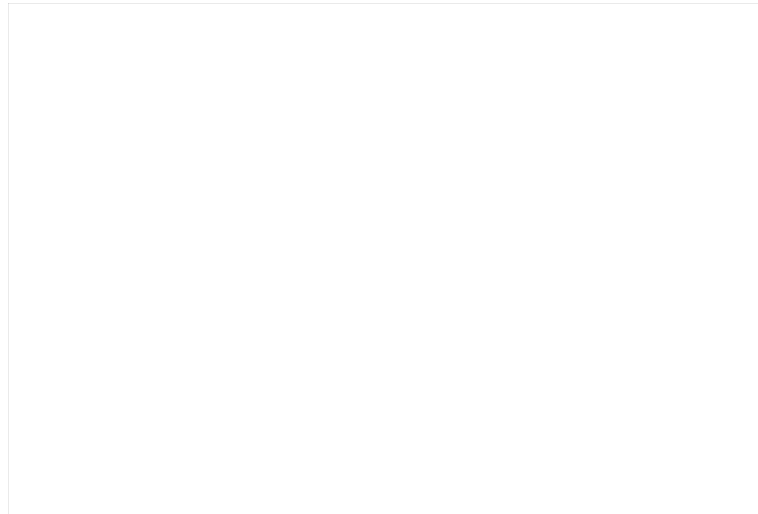


Figure 31: Variation de la longueur moyenne de la première feuille (LMF) de *Stipagrostis pungens* sous l'effet des concentrations de $ZnCl_2$. n.s. correspond à une différence non significative.

Chapitre 2

Effet de Pb

Les résultats obtenus (**figure 32**) montrent que la longueur moyenne de la première feuille (LMF) la plus élevée est de 4.2 pour C1 et la plus faible est de 2.8 cm pour C4. Les concentrations C0, C3 et C2 ont des valeurs proches de 3.5 cm.

Chapitre 2

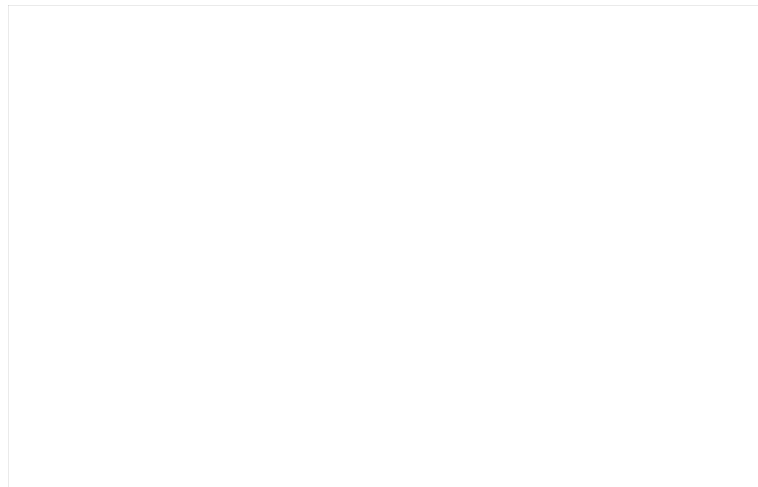
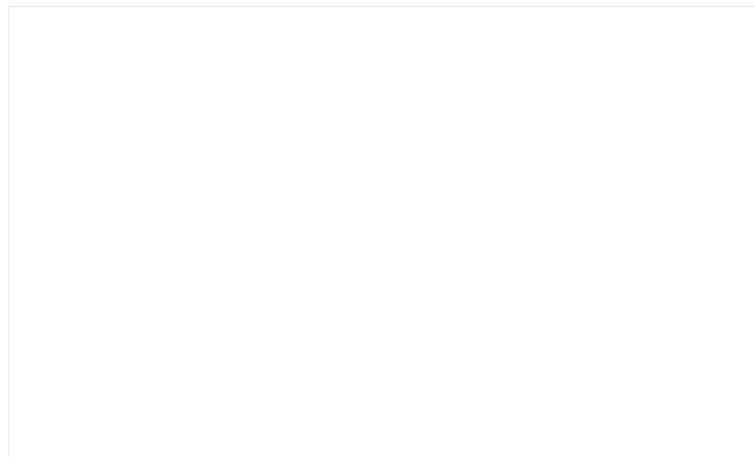


Figure 32: Variation de la longueur moyenne de la première feuille (LMF) de *Stipagrostis pungens* sous l'effet des concentrations de PbCl_2 . n.s. correspond à une différence non significative.

Effet de Ni

Chapitre 2

Les résultats obtenus (**figure 33**) montrent la longueur moyenne de la première feuille (LMF) la plus élevée est de 3.8 cm pour la concentration C3 et la plus faible est de 2.4 cm pour C4 et les autres concentrations C0, C1 et C2 ont des valeurs proches de 3.1 cm.



Chapitre 2

Figure 33: Variation de la longueur moyenne de la première feuille (LMF) de *Stipagrostis pungens* sous l'effet des concentrations de NiCl_2 . n.s. correspond à une différence non significative.

1.2.2. Longueur moyenne des racines (LMR)

Effet de Zn

Les résultats obtenus (**figure 34**) montrent que la longueur moyenne des racines (LMR) la plus élevée est de 2.9 cm enregistrée avec la concentration C4 et les concentrations 0 -3 ont des valeurs similaires proches de 2.4cm.

Chapitre 2

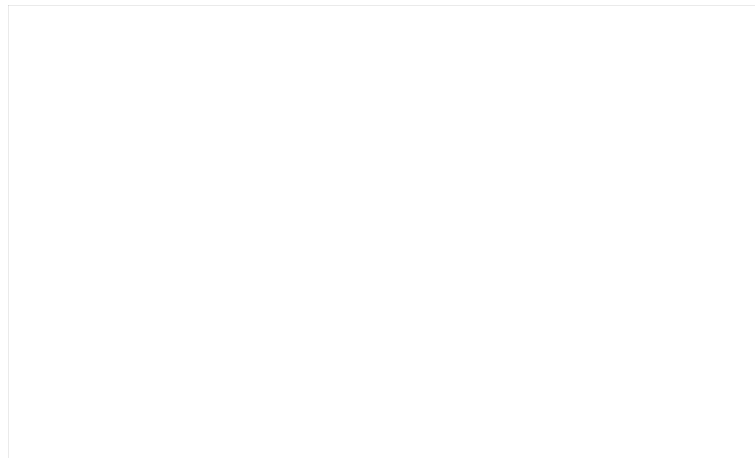


Figure 34: Variation de la longueur moyenne des racines (LMR) de *Stipagrostis pungens* sous l'effet des concentrations de $ZnCl_2$. n.s. correspond à une différence non significative.

Effet de Pb

Chapitre 2

Les résultats obtenus (**figure 35**) montrent que la longueur moyenne des racines (LMR) la plus élevée est de 3.3 cm pour C3 et C4 et la plus faible est de 2.4 cm pour C0. Les autres concentrations ont des valeurs proches de 2.7 cm.

Chapitre 2

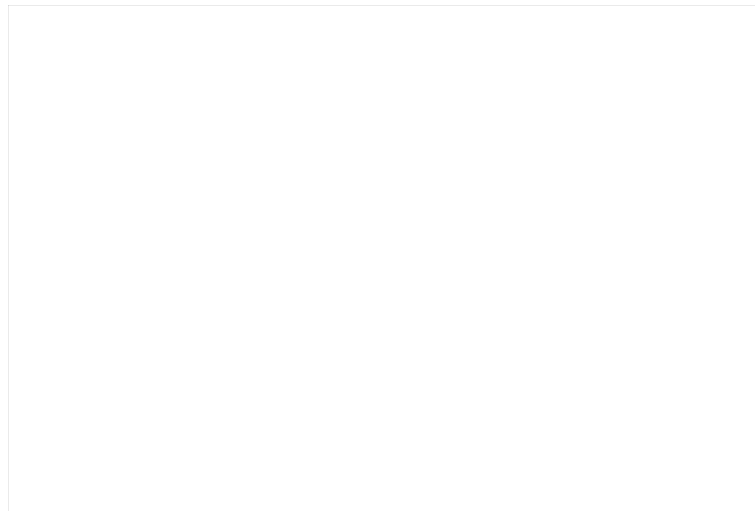


Figure 35: Variation de la longueur moyenne des racines (LMR) de *Stipagrostis pungens* sous l'effet des concentrations de $PbCl_2$. n.s. correspond à une différence non significative.

Chapitre 2

Effet de NiCl₂

Les résultats obtenus (**figure 36**) montrent que la longueur des racines (LMR) la plus faible est de 0.9 cm enregistré avec C4 et la plus élevée est de 3.2 avec C2. Les autres concentrations ont des valeurs proches de 2.4 cm.

Chapitre 2

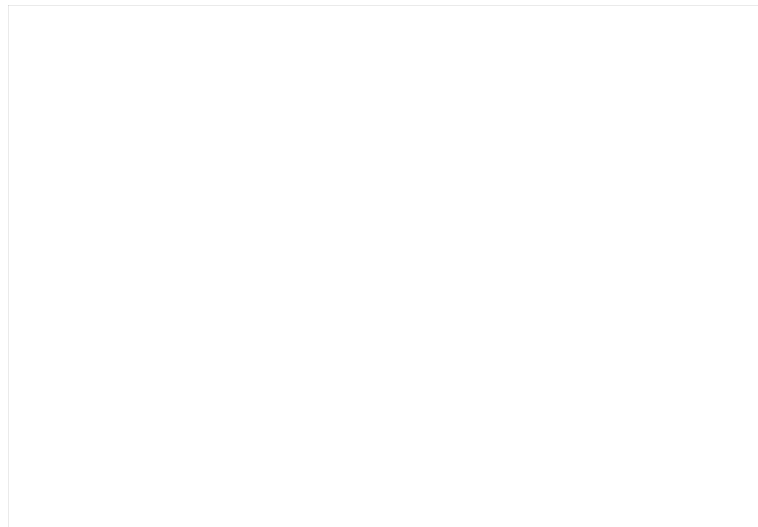


Figure 36: Variation de la longueur moyenne des racines (LMR) de *Stipagrostis pungen* sous l'effet des concentrations de NiCl_2 . n.s. correspond à une différence non significative.

Chapitre 2

1.2.3. Indice de tolérance (TI)

Effet de Zn

Les résultats obtenus (**figure 37**) montrent que l'indice de tolérance (TI) le plus élevé est de 120% enregistré avec C4 et les autres concentrations ont un TI proche de 100 %

Chapitre 2

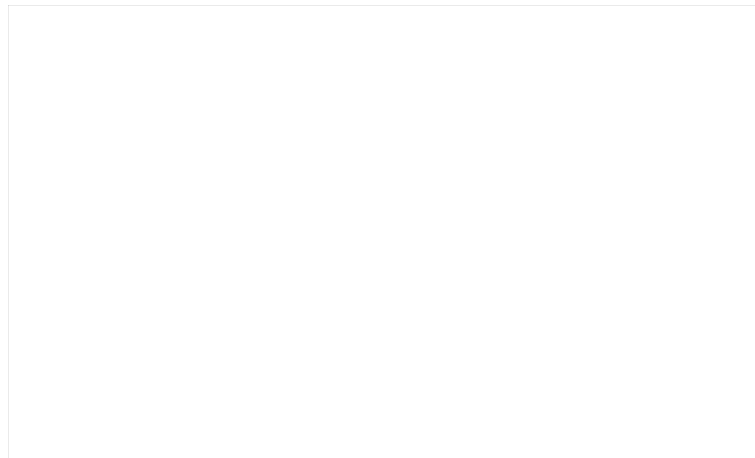


Figure 37: Variation de l'Indice de tolérance (TI) en fonction des concentrations de $ZnCl_2$ chez *Stipagrostis pungens*. n.s. correspond à une différence non significative.

Effet de Pb

Chapitre 2

Les résultats obtenus (**figure 38**) montrent que l'indice de tolérance (TI) le plus élevé est de 140% enregistré avec C4 et C3 et la plus faible est de 100% avec C0.

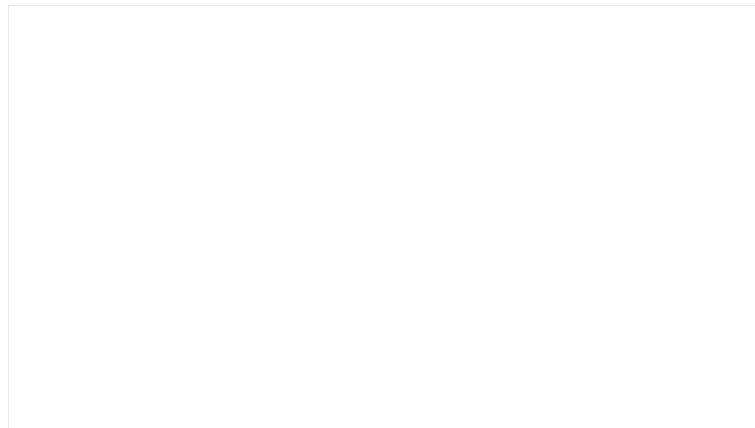


Figure 38: Variation de l'Indice de tolérance (TI) en fonction des concentrations PbCl_2 chez *Stipagrostis pungens*. n.s. correspond à une différence non significative.

Chapitre 2

Effet de Ni

Les résultats obtenus (**figure 39**) montrent que l'indice de tolérance (TI) le plus faible est de 39% enregistré avec C4 et le plus élevé est de 139% avec C2.

Chapitre 2

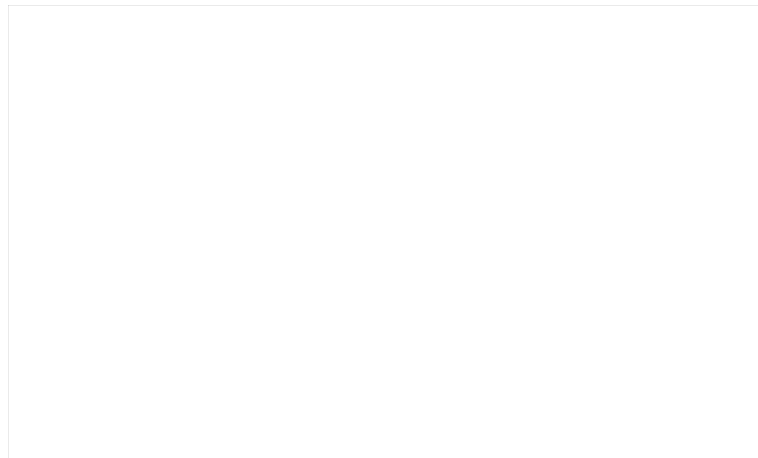


Figure 39: Variation de l'Indice de tolérance (TI) en fonction des concentrations de NiCl_2 chez *Stipagrostis pungens*. n.s. correspond à une différence non significative.

Chapitre 2

2. Discussion

Le stress métallique est l'un des principaux stress abiotiques et peut inhiber la croissance, le développement et la productivité des plantes en raison des effets néfastes (TAKEMURA et al., 2000).

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). Dans cette recherche, les métaux lourds sont testés pour expliquer une part de la tolérance des graines de *Stipagrosits pungens* aux métaux lourds, Les chercheurs ont démontré que le plomb est rapidement accumulé dans les racines s'il est bio-disponible dans la rhizosphère. Cependant, seule une proportion minime du métal absorbé est acheminée vers la végétation aérienne (Kumar et al., 1995).

Malgré la présence des NiCl₂, PbCl₂ et le ZnCl₂, les graines de *Stipagrosits pungen* sont été capables de germer, mais avec des taux de germination variables. Les résultats enregistrés montrent que les paramètres germinatifs sont influencés par les métaux lourds. Puisque, les

Chapitre 2

effets les plus élevés sont enregistrés sous le traitement de 50 ppm de $ZnCl_2$ et 75 ppm de $NiCl_2$ et $PbCl_2$; (100%) concentration est la moins tolérée par la graine pendant la germination.

Les résultats obtenus à partir de l'effet des métaux lourds sur le stade de germination et le stade de début de croissance à différentes concentrations (0, 25, 50, 75 ppm) sur les paramètres de germination des graines de *Stipagrosits pungens* où il a été observé que les valeurs des paramètres étudiés (FGP, MDG, MGT, GI) sous l'effet des métaux lourds sont proches du témoin. D'après ces résultats, nous concluons que ces métaux lourds n'affectent pas le stade de germination des graines de *Stipagrosits pungens*. En outre, nous avons pu confirmer, à travers les analyses statistiques (one-way ANOVA), qu'il n'y avait aucun effet significatif ($\alpha = 0,05$) de Pb, Zn et Ni sur les paramètres étudiées pendant le stade germinatif ainsi que les paramètres morphologiques.

Au terme de ce travail, il est possible de retenir les éléments suivants :

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

Chapitre 2

phytoextraction à partir des terres contaminées (**Steven et al., 2001**). Plusieurs espèces de poacee sont bien adaptées à des conditions expérimentales extrêmes et peuvent présenter des propriétés intéressantes à cet égard (**Martinez et al., 2003**).

Au sens plus large on montre que :

La concentration idéale pour le NiCl_2 est de 75 ppm et pour le PbCl_2 est de 75ppm pour tous les paramètres de germination à l'exception de l'indice de germination GI qui est de 0 ppm, et 75ppm pour le NiCl_2 . Quand les concentrations augmentent, les valeurs des paramètres sont diminuées.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion

Les études de la tolérance des graines *Stipagrosits pungens* aux éléments métalliques étudiés démontrent que cette espèce est relativement tolérante aux sels métalliques étudiés au stade de germinatif. En outre, les fortes concentrations de métaux lourds ne sont pas capables d'inhiber sa germination. Dans notre étude, les graines de *Stipagrosits pungens* tolèrent la forte concentration et les résultats dégagés montrent qu'elles peuvent germer dans les milieux fortement pollués par les métaux $ZnCl_2$ et $NiCl_2$ et $PbCl_2$, mais chaque métal a une concentration optimale dans laquelle la germination et la croissance de la plante sont idéales.

Nous concluons que :

Lors de l'imbibition avec les faibles concentrations de $NiCl_2$, les paramètres germinatifs ne sont pas affectés, mais les fortes concentrations affectent négativement ces paramètres ainsi que les paramètres morphologiques.

L'imbibition avec le PbCl_2 n'affecte qu'avec les fortes concentrations, on a aussi remarqué que plus les feuilles sont longues, plus les racines sont longues.

Lors d'imbibition avec le NiCl_2 , on a remarqué que les graines sont affectées à des concentrations élevées et très faibles.

Annexe

Les Paramètre de germination physiologies (FGP, MDG, MGT , GI et VG) et morphologies (LMF, LMR et IT) :

L'analyse statistique ANOVA a été utilisée pour examiner les différences entre les concentrations de Zn, Pb et Ni utilisées. Les résultats montrent aucune différence significative d'un facteurs (concentrations) sur Les paramètre de germination physiologies (FGP, MDG, MGT, GI et VG)et morphologies (LMF, LMR et IT) de *Stipagrostis pungens*.

Tableaux 6 : Analyse de variance (ANOVA) à un facteur (concentration) des déférents paramètres physiologiques :

	FGP Zn	FGP Pb	FGP Ni	MDG Zn	MDG Pb	MDG Ni	MGT Zn	MGT Pb	MGT Ni	GI Zn	GI Pb	GI Ni	GV Zn	GV Pb	GV Ni
SS	1493	427	1440	10.37	2.963	10	4.965	1.948	5.163	0.9	0.6	0.7	1088	186	244 3
DF	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
MS	373	107	360	2.593	0.741	2.5	1.241	0.487	1.291	0.2	0.1	0.2	272. 1	46.4	611
F	1.81	0.94	2	1.807	0.941	2	0.641	0.663	1.209	0.9	3.2	1.4	1.25 6	0.9	1.29
p	0.2	0.48	0.17	0.204	0.47	0.17	0.64	0.63	0.36	0.5	0.1	0.3	0.34	0.5	0.34

Tableaux 7 : Analyse de variance (ANOVA) à un facteur (concentration) des déférents paramètres morphologiques :

	LM F Zn	LM F Pb	LM F Ni	LM R Zn	LM R Pb	LM R Ni	TI Zn	TI Pb	TI Ni
SS	5	3.1	4.69	0.906	1.747	9.065	1626	3136	1627 6
DF	4	4	4	4	4	4	4	4	4
M S	1.25	0.77	1.17	0.226	0.437	2.266	406. 6	783. 9	4069
F	1.61	0.76	1.32	0.418	1.132	3.139	0.41 8	1.13 2	3.139
p	0.25	0.58	0.33	0.792	0.395	0.065	0.79 2	0.39 5	0.065

DF : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de F de Fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

3. Matériels et réactifs :

- Balance
- Bécher
- Éprouvette (25-50-100 ml)
- Papier filtre
- Erlenmeyer
- Entonnoir
- Agitateur magnétique
- Papier Aluminium
- Papier Hygénique
- Eau de Javel
- Eau distillée
- Boîte de Pétri
- Seringue
- Cuillère
- Verre de montre

RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE



Référence bibliographique

- Aïdoud, A. 1989: Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des hautes plaines Algéro-oranaises (Algérie). – Thèse Doct. U.ST.H.B. Alger.—
- & Touffet, J. 1996: La régression d'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminées pérennes, un indicateur de désertification des steppes algériennes. – Cahier «Sécheresse» 7(3): 187-193.
- Algérie: cas des pâturages à base de «Drinn» *Stipagrostis pungens* (Desf.). – Sci. Technol. 21. <http://revue.umc.edu.dz/index.php/c/article/view/132>
- APG III., 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families flowering plants: APG III. Bot. J. Linn. Soc. 161: 105-121. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
- Barbero, M., Bonin, G., Loisel, R. & Quézel, P. 1990 : Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the Western part of Mediterranean Basin. – Vegetatio 87: 151-173.
- Barkoudah, Y. & Van Der Sar, D. 1982: L'*Acacia raddiana* dans la région de Béni-Abbés (Algérie). – Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord 70(1-4): 79-121.

- Bechet G., Nedjraoui, D., & Djebaili S. (1982). Valeur énergétique des principales espèces des hautes plaines steppiques de la Wilaya de Saida. Biocénoses Bulletin d'Ecologie Terrestre. vol .(1) :79–94.
- Benaradj, A. 2017: Étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia atlantica* Desf. dans le sud
- Benchelah et al. , 2011, *Fleur du Sahara Voyage ethnobotanique avec les Touaregs du Tassili*, Alger, IBIS PRESS, p. 203.
- Boucherit, H. 2018: Etude ethnobotanique et floristique de la steppe à *Hammadascoparia* (Pomel) dans la région de Naâma (Algérie). – Thèse Doctorat en Agronomie. Département des
- Braun Blanquet J., (1951) : Pflanzensozologie (2^{éed}), Springer, Vienne. 631pages.
- Braun-Blanquet J. 1964:Pflanzensozologie, Grundzüge der Vegetationskunde, 3rd Ed. – Berlin.<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-7091-8110-2>
- Brown, P.H., R.M. Welch and E.E. Cary, 1987. "Nickel: A Micronutrient Essential for Higher Plants. *Plant Physiology*" (85):801-803.
- Bryson, G.M., Et.Al., 2014. "Plant Analysis Handbook II. Micro-Macro Publishing, Georgia"

Référence bibliographies

- Carriere, M. 1989: Les communautés végétales sahéliennes en Mauritanie (région de Kaédi); analyse de la reconstitution annuelle du couvert herbacé. – Thèse Doct. Sc., Univ. Paris Sud (Orsay).
- Chehma A., (2008) : Phytomasse et valeur nutritive des principales plantes vivaces du Sahara septentrional algérien. Laboratoire de "Bio ressources sahariennes. Préservation et valorisation ».
- Chehma A., 2006, *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien*, Alger, p. 117.
- Chehma A., Bouzegag I., CHEHMA Y. (2008) : Productivité de la phytomasse éphémère des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Fourrages, 194, 253-256.
- Chehma A., Djebar M.R., HADJAJI F. et ROUABEH L., (2005) : Etude floristique spatiotemporelle des parcours sahariens du Sud-Est algérien.
- Chehma A., Gaouar A., Semadi A. et Faye B., (2004) : Productivité fourragère des parcours camelins en Algérie: cas des pâturages à base de Drinn " Stipagrostispungens. Sciences & Technologie, Université Mentouri -Constantine, n° 21, 45-52.
- Chehma A., YUCEF F. (2009) : Variations saisonnières des caractéristiques

floristiques et de la composition chimique des parcours sahariens du sud est algérien. Sécheresse, 20, 4, 373 - 381.

- Longo, H. F. 2004: Nitrogenous record and weight gains in dromedary and sheep fed with date. DAJOZ M., (1970) Dunod, Paris. 357 p.
- David J. Gibson, *Grasses and Grassland Ecology*, Oxford University Press, coll. « Oxford biology », 2009, 305 p. (ISBN 978-0-19-852918-7, lire en ligne [archive]), p. 21-22.
- Djebaili S., (1984) : Steppe algérienne. Phytosociologie et écologie. OPU, Ben-Aknoun, Alger. 177 p.
- Forestières. Faculté des Sciences de la nature de la vie et sciences de la terre et de l'univers.
- G. D. Stucky, J. B. Folkers et T. J. Kistenmacher, « The Crystal and Molecular Structure of Tetraethylammonium Tetrachloronickelate (II) », *Acta Crystallographica*, vol. 23, no 6, 1967, p. 1064–1070
- Gauthier Pilsters. H, (1977) : Contribution à l'étude de l'écophysiologie du dromadaire en été dans son milieu naturel. (moyen et haute Mauritanie).
- Gupta U.C., and Gupta S.C., 1998. Trace element toxicity relationships to crop

- production and livestock and human health: implications for management. *Journal Communications in Soil Science and Plant*. 29 : 1491-1522.
- Hanc A, et al. (2009). Changes in cadmium mobility during composting and after soil application. *Waste Manag* 29(8): 2282–2288.
 - Hanc A et al ., (2009). An analysis of long –distance root to leaf transport of lead in *Pisumsativum* plant by laser ablation –ICP-MS .*Im. J .Environ.Anal. Chem* 89651-659.
 - Hargemeyer, J. & Breckle S.W. (1996). Growth under trace element stress. In Y. Waisel, A. Ashel & U. Kafkafi (Eds.), *Plant roots. The hidden half* (pp. 415–433). New York: Marcel Dekker
 - Hasenstein KH, Evans ML, Stinemetz CL, Moore R, Fondren WM, Koon EC, Higby MA, Smucker (1988). Comparative effectiveness of metal ions in inducing curvature of primary roots of *Zea mays*. *Plant Physiol* 86: 885-889
 - I.N.R.A.A, 2006). 1977, 1984, 1991 et 2004). Quezel et Bounaga (1975) (Marouf, 2000)
 - Iquel, M. (2001). Les effets des métaux lourds sur l’environnement et la santé. Rapport Office Parlementaire d’évaluation des choix scientifiques et technologiques. Rapport

Sénat; (261):360.

- Irina V. Perminova, Kirk Hatfield et Norbert Hertkorn (2002). "Use of humates to remediate polluted Environment: From Theory to Practice" Zvenigorod ,Russia, 158p.
- Jean-Dominique Bourzat, *Lecture contemporaine du 'Cours de Chimie' de Nicolas Lémery*, éditions du Cosmogone, 2005
- Joly N., Martin P., Lienard L., Rutotn D., Stassin, F., Grant R., (2006). Effect of degree of substitution on the mechanical and thermomechanical properties of lauroyl cellulose ester films. E-Polymer. vol. (70): 1–9.
- Kabata-Pendias (2001). Trace Elements in Soils and Plants, Third Edition CRC Press, Boca Raton, USA
- Kotowski F. (1962). Temperature relations to germination of veg. Seeds Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 23: 176-184.
- KovalchukI et al (2005). "Transcriptome profiling reveals similarities and differences in plant responses to cadmium and lead."
- Kranner, I. & Colville L. (2011). Metals and seeds: biochemical and molecular implications and their significance for seed germination. Environ. Exp. Bot., 72, 93–105

Référence bibliographies

- Labbe M, (2004). Ces étonnantes graines germées. Auvers sur oise : Labbé.Revues succinctes de livres et d'essais (critiques)
- Lafon, J. P. Tharaud-Prayer, C. et Levy, G. (1996). Biologie des plantes cultivées. Ed. Lavoisier Tec & Doc, Paris.233p.
- Leopold D A.C. (1983).temperature effects on soybean inbibiton and leakage .plant physiol,65, p.1096-1098.
- Li, W., Khan, M.A., Yamaguchi, S. & Kamiya Y. (2005). Effects of heavy metals on seed germination and early seedling growth of Arabidopsis thaliana. Plant Growth Regul., 46, 45–50. doi: 10.1007/s10725-005-6324-2.
- Lingua, G., Franchin, C., Todeschini, V., Castiglione, S., Biondi, S., Burlando, B., Parravicini, V., Torrigiani, P. & Berta G. (2008). Arbuscular mycorrhizal fungi differentially affect the response to high zinc concentrations of two registered poplar clones. Environ. Pollut., 153, 137–147.
- Lorenzo R. Parodi y Milan J. Dimitri. 1972 Gramíneas », dans Parodi, L.R., *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería - Descripción de plantas cultivadas*, vol. 1, Buenos Aires, Editorial ACME S.A.C.I., 1987, p. 108-182.

- Mouldi Gamoun & Mounir Louhaichi, « Managing rangelands: promoting and establishing sand dune fixing species: *Stipagrostis pungens* (Desf.) De Winter: a xerophytic quicksand- and dune-fixing species adapted to sandy deserts. », *International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)*, Beirut, Lebanon, 14 septembre 2018 ([lire en ligne \[archive\]](#))
- N. N. Greenwood, A. Earnshaw, *Chemistry of the Elements*, 2nd ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 1997.
- Oranais (Sud-Ouest algérien). – Thèse Doctorat en Foresterie. Département des Ressources. ORSTOM. Paris : 134-135.
- Ozenda P (1991): Flore de Sahara (3ème édition mise à jour et augmentée) Paris , Editions du CNRS. 662 pages,+ Cartes.
- Ozenda P. (1977). Flore du Sahara. 2ème Ed . CNRS. Paris. 624p.
- palm, barley straw, and drinn “*Aristidapungens*” by□products. – Cah. Agric. 13(2): 221-226.—, Gaouar, A., Semadi, A. & Faye, B. 2004: Productivité fourragère des parcours camelins en
- Pouget M., 1980- Les relations sol-végétation dans les steppes Sud Algéroises. Ed. ORSTOM. Paris : 134-135.

Référence bibliographies

- Quezel P et Santa S., 1962- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertique méridionales. Ed. C.N.R.S. T. 2. Paris. pp: 551-558.
- Quezel P., 1955- La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. Ed. Gustav Fisher verlag. Stuggart. 328p.
- Quezel P., 1978- Analyse of the flora mediterranean and Sahara Africa. Annals of the Missouri botanical, Garden : 479-535.
- Ramade F., 1984- Elément d'écologie, écologie fondamentale. Auckland, McGraw-Hill. Paris. 397p.
- Ramade F., 2003- Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. 3ème édition. Ed. Dunod. Paris. 690p.
- Rameau J. C., 1988- Le tapis végétal, Structuration dans l'espace et dans le temps, réponses aux perturbations, méthodes d'étude et intégrations écologiques. ENGREF, Centre de Nancy. 120p.
- Raunkier., 1934- The life forms of plants and statistical plant geographie, Oxford University Press. London. 632p.
- Rekkis A., 2012- Etude spatio-temporelle du changement de la végétation de la région Ouest de Biskra. Approche cartographique par télédétection. Mémoire de Magister.

Université du Biskra. 110p.

- René Maire, Études sur la flore et la végétation du Sahara Central, première et deuxième parties, 1933
- Rerboudj A.M., 2005- Essai de quantification de l'érosion et perspective de la protection du Barrage de Fontaine des Gazelles contre l'envasement. (Approche numérique). Mémoire de Magister. Université de Batna. 147p.
- Robert J. Soreng, Paul M. Peterson, Konstantin Romaschenko, Gerrit Davidse, Fernando O. Zuloaga, Emmet J. Judziewicz et Tarciso
- Roger D., 2006- Climat et sol des régions agricoles. Ed. Québec. Canada.
- Roger M., Yohan Q., Alain S et Julien F., 2013- Système d'information géographique. S. Filgueiras, «A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae) », Journal of Systematics and Evolution, vol. 53, n^o 2, 2015, p. 117–137
- Singh M., Kumar J., Singh S., Singh V.P. et Prasad S.M., 2015- Roles of osmoprotectants in improving salinity and drought tolerance in plants: a review Rev. Environ Sci Biotechnol September, Volume 14, Issue 3, pp 407-426.

Référence bibliographies

- Takemura, T et al, Z., 2000. Physiological and biochemical responses to salt stress in the mangrove *Bruguiera gymnorhiza*. *Aquat. Bot.* 68, 15–28.
- Z.Q. Wu et S. Ge, « The phylogeny of the BEP clade in grasses revisited: Evidence from the whole-genome sequences of chloroplasts », *Molecular and Phylogenetic Evolution*, vol. 62, n° 1, 2012, p. 573–578 (DOI 10.1016/j.ympev.2011.10.019).

Résumé

Le but de ce travail est d'étudier l'effet des métaux lourds zinc, plomb et nickel sur la germination de la plante *Stipagrostis pungens*. L'effet de ces métaux sur la germination et la croissance de la plante *Stipagrostis pungens* est un sujet digne d'intérêt, et par conséquent, dans ce contexte, nous avons présenté une proposition visant à étudier l'effet du zinc, du plomb et du nickel sur la germination et la croissance de la plante *Stipagrostis pungens*, où nous avons testé la capacité des graines d'Aldrin sous l'influence du stress métallique en trempant les graines dans solutions de différentes concentrations (0, 25, 50, 100 parties par million) de métaux lourds le premier jour et en les irriguant avec de l'eau distillée pendant le reste de la période d'essai.

Les résultats ont montré que ces métaux ont des effets différents sur la germination et la croissance de la plante *Stipagrostis pungens*. Le nickel s'est avéré être le métal le plus toxique. Alors que le plomb présente une résistance plus élevée même à des concentrations élevées, le zinc, en revanche, n'inhibe pas la germination de *Stipagrostis pungens*, mais stimule plutôt l'augmentation de la longueur des feuilles et des racines à de faibles concentrations. Cette espèce a prouvé sa capacité à tolérer des concentrations élevées (moins de 100 parties par million) de métaux lourds (zinc, plomb, nickel) et peut germer et se développer dans des environnements très pollués.

Mots clés : *Stipagrostis pungens*, germination, métaux lourds, tolérance, stress métallique.

Abstract

The aim of this work is to study the effect of heavy metals (zinc, lead and nickel) on the germination of *Stipagrostis pungens*. The effect of these metals on the germination and growth of the *Stipagrostis pungens* plant is a topic worthy of attention. Therefore, within this context, we presented a proposal to study the effect of zinc, lead, and nickel on the germination and growth of *Stipagrostis pungens*. We tested the ability of the seeds of the *Stipagrostis pungens* plant under the influence of metal stress by



soaking the seeds in Solutions of different concentrations (0, 25, 50, 75 and 100 ppm) of heavy metals (Zn, Pb, Ni) on the first day and irrigated with distilled water during the remaining period

The results showed that these metals have different effects on the germination and growth of the plant *Stipagrostis pungens*. Nickel was found to be the most toxic metal. While lead showed higher resistance even at high concentrations, zinc, on the other hand, did not inhibit *Stipagrostis pungens* germination, but rather stimulated an increase in leaf length and root length at low concentrations. This species proved its ability to tolerate high concentrations (less than 100 parts per million) of heavy metals (zinc, Lead, nickel) and can germinate and grow in highly polluted environments.

key words : *Stipagrostis pungens*, germination, heavy metals, tolerance, metallic stress.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير المعادن الثقيلة الزنك و الرصاص و النيكل على انبات نبات الدرين , ان تأثير هذه المعادن على انبات ونمو نبات الدرين هو موضوع جدير للاهتمام وعليه و ضمن هذا السياق قدمنا اقتراحا لدراسة تأثير الزنك والرصاص والنيكل على انبات ونمو الدرين , حيث قمنا باختبار قدرة بذور نبات الدرين تحت تأثير الاجهاد المعدني من خلال نقع البذور في محاليل مختلفة التراكيز (0 . 25 . 50 . 100 جزء في المليون) للمعادن الثقيلة في اليوم الاول وريها بالماء المقطر خلال الفترة المتبقية من الاختبار . اظهرت النتائج ان لهذه المعادن تأثيرات مختلفة على انبات ونمو نبات الدرين وجد ان النيكل هو اكثر المعادن سمية . بينما اظهر الرصاص مقاومة اعلى حتى عند التراكيز العالية , في المقابل لم يثبط الزنك انبات الدرين بل انه حفز زيادة طول الورقة وطول الجذر بتراكيز منخفضة , اثبت هذا النوع قدرته على تحمل تراكيز عالية (اقل من 100 جزء في المليون) من المعادن الثقيلة (الزنك , الرصاص , النيكل) ويمكن ان ينبت ونمو في البيئات شديدة التلوث .

الكلمات المفتاحية: *Stipagrostis pungens*، الانتاش، معادن ثقيلة، مقاومة، اجهاد معدني