



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Hydropédologie

Réf. :

Présenté et soutenu par :

Hraki Aicha

Le :

Effet du stress salin sur la germination de Henné
(*Lawsonia inermis* L)

Jury :

Président : HIOUANI FATIMA

U. Biskra.

Encadreur : BEN AISSA KELTOUM

U. Biskra

Examineur : MABREK NAIMA

U. Biskra.

Année universitaire : 2019 - 2020

Remerciements

Avant tout, je remercie Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné la force et la patience pour réaliser ce travail.

J'exprime d'abord mes profonds remerciements et vive connaissance à Mme BEN AISSA K, maître de Conférence B à l'Université de Biskra pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils et la confiance quelle m'accordé m'ont permis d'achever ce travail.

Mes vifs remerciement vont à :

Mme Hiouani Fatima maître de Conférence B à l'Université de Biskra d'avoir accepter de présider les membres du jury.

Mme Mabrek Naima maitre assistant A à l'Université de Biskra d'avoir accepter d'examiner ce travail.

Enfin, je remercie tous ceux qui de près ou de loin qui m'ont aidé à la réalisation de mon travail et tous ceux qui ont contribués à ma promotion et tous mes enseignants du département des sciences d'agronomie.

Dédicaces

Je dédie humblement ce travail

A l'âme cher de mon regretté père

Au plus précieux des êtres humains sur mon cœur maman c'est la personne qui peut remplacer n'importe qui mais ne peut être remplacée par personne source de ma joie de vivre et de mon Courage d'avancer.

A tout ma famille

A tous mes amies

A ceux qui m'ont aidé de près ou de loin

Aicha. H

SOMMAIRE

Liste des abréviations.

Cm : centimètre

mm : millimètre

ha : hectare

g : gramme

l : litre

NaCl : chlorure de sodium

mM : milli mol

% : pourcentage.

Liste des tableaux

Tableau 01 : Importance de la production dans les zones productives de henné dans la wilaya de Biskra

Tableau02 : Doses de sel utilisées

Liste des figures

Figure 01. Répartition géographique des cultures de henné (**Lemordant et Forestier, 1983**)

Figure 02: Feuille du henné

Figure 03: Fleurs et inflorescence de henné (Hraki 2020)

Figure 04: Fruits du henné (Anonyme, 2020)

Figure 05: Poudre et feuilles séché du henné

Figure 06: Arbre de henné portant des fruits matures (à gauche) et les graines de *Lawsonia inermis* (à droite)(région Ain naga) (Originale, 2019)

Figure 07: schéma de l'installation des graines de henné du dispositif expérimental

Figure 08: Schéma du dispositif expérimental

Figure 09: les répétition des boites de pétri dans chaque concentration (position carré latin).

Figure 10: photos de la longueur des tigelles dans les boites de pétri

Figure 11: semence de Henné

Figure 12: pourcentage de germination (%) de Henné après troisième jour aux différentes concentrations de NaCl (mM).

Figure 13: pourcentage de germination (%) de Henné après septième jour aux différentes concentrations de NaCl (mM).

Figure 14: pourcentage de germination (%) de Henné après dixième jour aux différentes concentrations de NaCl (mM).

Figure 15: effet de la salinité sur de la vitesse de germination de semence de henné

Figure 16: photos de la longueur des tigelles des différents traitement (a : T1, b : T2,c : T 3)

Figure 17: la longueur de la tigelle (cm) des plantules de henné soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

Figure 18 : Nombre des tigelles séparées des graines de henné aux différentes concentrations de NaCl (mM).

Introduction	1
--------------------	---

Chapitre I Recherche bibliographique

1. Généralité sur le Henné	4
1.1. Familles des Lythraceae	4
1.2. Présentation de la plante	4
1.3. Distribution géographique:	4
1.4. Répartition géographique et importance économique de la culture de henné dans la wilaya de Biskra.....	5
1.5. Systématique de la plante	5
1.6. Caractéristiques morphologiques de la plante	6
1.7. Parties utilisées	8
1.8. Composition biochimique de la plante	9
1.9. Principales utilisations	9
1.10. Exigences de la culture	10
2. La salinité	11
2.1. Définition de la salinité	11
2.2. Formation d'un sol salin	11
2.3. Origine et cause de la salinité des sols	11
2.4. Tolérance des cultures à la salinité	13
2.5. Les normes de la qualité d'eau d'irrigation	13
3. Stress	13
3.1. Définition du stress	13
3.2. Stress salin	14
3.3. Causes de la salinisation	14
3.4. Conséquences de la salinité sur la plante	14
3.5. Effet du stress salin sur les plants	15
3.6. Mécanismes de tolérance à la salinité	16
4. Germination	17
4.1. Définition	17
4.2. Morphologie de la germination	17
4.3. Physiologie de la germination	17
4.4. Conditions de la germination	17
4.5. Types de germination	18
4.6. Différent obstacles de la germination	18

Chapitre II Matériels et méthodes

2.1. L'objectif	21
2.2. Protocole expérimentale	22
2.3. Matériel végétal	23
2.4. Préparation des boîtes de pétri	24
2.5. Préparation des graines	25
2.6. Préparation des solutions salines	25
2.7. Installation et conduite de l'essai	25
2.8. Les paramètres étudiés	26

Chapitre III Résultats et discussions

3.1. Fiche descriptive des semences de Henné	29
3.2. Taux de germination	29
3.3. Vitesse de germination.....	31
3.4. Longueur de la tigelle.....	32
3.5. Le nombre de tigelles séparées des capsules	33
Conclusion	36
Références bibliographiques	38
Annexes	

Introduction

Introduction

Les écosystèmes arides et semi arides constituent environ 2/3 de la surface du globe terrestre. Dans ces écosystèmes, marqués par des sécheresses rigoureuses et fréquentes, la salinisation des sols se manifeste comme l'un des principaux facteurs limitant le développement des plantes (Bouda, 2010).

Les zones arides et semi-arides couvrent une grande partie des pays de la frange méridionale du pourtour méditerranéen. Dans ces régions, la disponibilité des eaux, leur salinité et celle des sols sont parmi les principaux facteurs limitant la productivité végétale (Zid et Grignon, 1991).

La salinité est ainsi un problème écologique croissant dans le monde entier, particulièrement le bassin méditerranéen et l'Afrique du nord, ce phénomène est considéré comme un facteur abiotique le plus important qui limite la croissance et la productivité des plantes (KHAN et PANDA, 2008).

La salinisation est le processus majeur de la dégradation des terres. En moyenne, le monde perd 10 hectares de terres cultivables par minute, dont 3 hectares à cause de la salinisation. 10 à 15% des surfaces irriguées (20 à 30 millions d'hectares) souffrent, à des degrés divers, de problèmes de salinisation (Mermoud, 2006).

La salinité excessive affecte la rhizosphère et limite la répartition des plantes dans leur habitat naturel. Le fort éclaircissement et les rares pluies dans les régions semi-arides et arides accentuent la salinisation des périmètres irrigués et les rendent impropres aux cultures (Denden, 2005).

L'effet de la salinité sur les plantes se traduit par des changements morphologiques, physiologiques et moléculaires qui affectent leur croissance et leur productivité (ARAUS et al., 2002).

La germination est le premier stade de croissance est cruciaux pour l'établissement des espèces se développant dans des environnements salins. Le stade plantule est le plus vulnérable dans le cycle de vie de la plante, et c'est la germination qui détermine le temps et le lieu pour que la croissance de la plantule ébauche. Ce stade germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades

L'utilisation de plantes médicinales en phytothérapie suscite un grand intérêt dans la recherche médicale et devient aussi importante que la chimiothérapie.

Le henné, *Lawsonia inermis* (Fam. Lythraceae), est extrêmement réputé pour ses vertus cosmétiques, tinctoriales mais aussi médicinales. Cultivé dans les régions tropicales et subtropicales, le mode préférentiel dans les plantations industrielles des principales régions exportatrices du Moyen Orient, d'Asie et d'Afrique est le semis. Cependant plusieurs contraintes limitant sa germination et sa multiplication à grande échelle ont été rapportées. Les graines entourées d'une coque dure et résistante germent difficilement au-delà de 20%(JOHNSON et al, 2019).

Introduction

L'objectif de notre travail se base sur l'effet du stress salin à différentes concentrations de chlorure de sodium (NaCl) sur la germination des graines de Henné (*Lawsonia inermis* L) présentent un faible taux de germination de l'ordre de 20% (Phirke et Saha, 2014), problème constituant un obstacle pour les pépiniéristes qui visent à produire des plants massivement via une synchronisation et une homogénéisation de la germination. Par ailleurs, la durée de conservation et la profondeur d'enfouissement des graines constituent des facteurs limitants supplémentaires au développement de la culture du henné (Lal et *al.*, 2007).

C'est pour cela que la présente étude sur les graines a été entreprise afin d'approfondir les connaissances sur sa biologie et permettre ainsi l'amélioration et la vulgarisation de sa culture à Biskra. L'étude est centrée sur la détermination des conditions optimales de germination des graines de *L. inermis* par l'analyse de l'influence de facteurs la salinité de l'eau ce trempage.

Notre travail est traité selon le plan suivant:

- 1^{ier} chapitre présente une généralité sur la plante étudiée, la salinité et la germination.
- 2^{eme} chapitre traitera les matériels et méthodes du travail.
- 3^{eme} chapitre consacré à l'interprétation et la discussion des résultats obtenus le mémoire est achevé par une conclusion.

Chapitre I
Partie bibliographique

1. Généralité sur le Henné

1.1. Familles des Lythraceae

La famille des Lythraceae est une famille de plantes dicotylédones qui compte 620 espèces. .Ce sont des arbres ou des herbes vivaces ou annuelles, dont certaines sont aquatiques (Bettaybi , 2019).

1.2. Présentation de la plante

Le mot henné qui désigne « devenir reine », est une preuve que la plante a une valeur d'élégance chez les civilisations qui l'utilisent. Pendant des siècles, les feuilles de la plante de henné ont été connues comme étant des agents colorants, utilisés dans plusieurs civilisations.

Forme de tatouage varié et éphémère, le rituel du henné se présente comme un phénomène à la fois esthétique, médicinal et spirituel (Gallo *et al.* 2008). Depuis l'antiquité, les femmes s'y adonnent en Afrique du Nord au moyen Orient et en Inde. Elles l'adoptent comme moyen de fascination et d'embellissement, "Celui-ci représente un symbole d'amour de joie et de bonheur"(Olivères-Ghouti, 2006).

1.3. Distribution géographique

On le trouve désormais partout dans les régions tropicales et subtropicales. Le henné est cultivé essentiellement dans les jardins familiaux et sa production commerciale se limite à quelques endroits en Inde, au Pakistan, en Iran, en Egypte, en Libye, au Niger et au Soudan.

En Afrique, il s'est souvent naturalisé, notamment sur des sols alluviaux le long des rivières. A Madagascar, il est devenu tellement commun le long de certaines rivières qu'il n'a pas besoin d'être cultivé (Burkill, 1995).

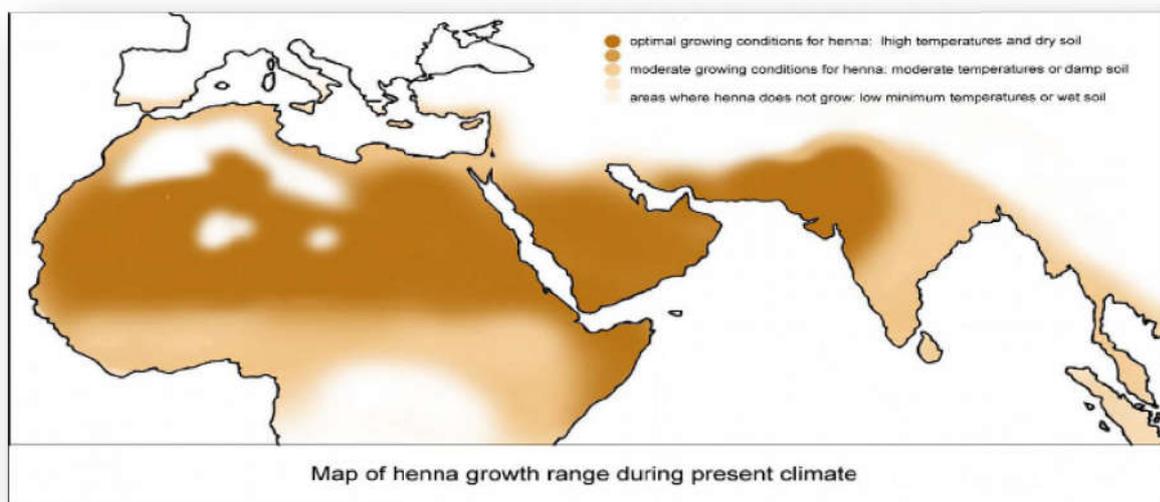


Figure 01. Répartition géographique des cultures de henné (Lemordant et Forestier, 1983)

1.4. Répartition géographique et importance économique de la culture de henné dans la wilaya de Biskra

D'après LAHMDI et *al* (2008) Le henné est considéré comme une plante médicinale et aromatique, repartis dans la wilaya de Biskra principalement dans le Zeb chergui Sidi Okba dont ses communes (Ain nâga, Seryana, Guarta...) Et Z'ribet El oued dont ses communes (El faidhe et M'zirâa).

Dans cette wilaya, le henné occupe une superficie important, de telle sorte qu'elle est considérée en étant le premier producteur de henné dans l'Algérie (tableau 01).

Tableau 01 : Importance de la production dans les zones productives de henné dans la wilaya de Biskra

	Superficie (ha)	Production qx	Rendement qx/ha
Z'ribet El oued	55	990	18
El fidhe	360	6480	18
M'zirâa	6	108	18

(DSA, 2019 /2020)

1.5. Systématique de la plante

Le henné appartient à la famille des Lythracées, ordre des Myrtales. En botanique Lawsonia est classée comme suit :

Le henné se classe comme suite :

Embranchement : *Spermaphytes*

Sous-embranchement : *Angiospermes*

Classe : *Dicotylédones*

Sous classe : *Dialypétales*

Ordre : *Myrtales*

Famille : *Lythracées*

Genre : *Lawsonia*

Espèce : *inermis*

Variétés : *alba et purpuréa* (Deysson, 1978 in Lebert, 2005).

Noms de Henné

Français : henne ; alcanna ; troène d'Égypte.

Anglais : henna plant ; alcanna

Arabe : hena le plurielle hénane, les fleurs appelées Faghia et la plante el hena et le fruit Tamer hena.

Turc : Kina

Persan: Draht; ihana

Grec: Cupros; Kyros (MAHMOUDI, 1990).

1.6. Caractéristiques morphologiques de la plante

1.6.1. Aspect général

D'après JSERIN (2001), HANS et KOTHE (2007) ; Le Henné (*Lawsonia inermis*) est un arbuste ou petit arbre très odoriférant de 2 à 3m de hauteur en général, pouvant atteindre jusqu'à 6m de hauteur. Elle a un port lâche avec des rameaux gris clair, plus ou moins quadrangulaires à l'état jeune (ARBONNIER, 2002), sont habillés d'un feuillage, ses branches grêles très fines aux extrémités et devenant souvent épineuses (POUSSET, 2004).

Le henné présente une écorce lisse, blanchâtre, fibreuse, à tranche rose pâle. Avec la présence d'épines sur les vieux rameaux, issues de la transformation de quelques ramifications courtes et raides (ARBONNIER, 2002).

1.6.2. Feuille

D'après ARBONNIER (2002) et POUSSET, (2004) les feuilles de henné sont opposées par deux ou trois, simples, entière, persistante, étroites, effilées et lancéolées, glabres, elliptiques à sommet en coin aigu, à base atténuée en coin, bords retours vers la face inférieurs, nervation penné, la nervure primaire est déprimée sur le dessus, les 4-5 paires de nervures secondaires sont pennées et effacées se rejoignant en festons sur le bord du limbe (Figure 02).

- Couleur: vert, grisâtre ou brunâtre
- Longueur : 2 à 4cm
- Largeur : 0,5 à 1cm jusqu'à 1,5cm



Figure 02. Feuille du henné(Anonyme, 2020)

1.6.3. Fleurs

D'après, ARBONNIER (2002); (2006) et POUSSET (2004), le henné présente de petites fleurs de couleurs blanches ou crème, roses ou rouges parfumées, groupées en cymes terminales, glabres, à 4 pétales et 4 sépales, 8 étamines très odorante (Figure 03).



Figure 03 : Fleurs et inflorescence de henné (Hraki 2020)

La floraison a lieu plutôt en seconde partie de saison sèche et en début de saison des pluies (ARBONNIER, 2002). Pour la pollinisation elle est entomophile et s'effectue par l'intervention d'hyménoptères de diptères et lépidoptères.

1.6.4. Les fruits

Capsule globuleuse de 4-8 mm de diamètre, violet-vert, indéhiscente ou s'ouvrant irrégulièrement, contenant de nombreuses graines. Graines 4-angulaires, de 2-3 mm de long, à tégument épais (Figure. 04) (C.S.I.R, 1962).



. **Figure 04** : Fruits du henné (Anonyme, 2020)

1.6.5. L'appareil racinaire

L'appareil racinaire du henné est très développé (TOUTAIN, 1977). On a également distingué les trois classes suivantes de racines, suivant leur diamètre, de 0 à 0,5 cm, de 0,6 - 1,3 cm, enfin un diamètre supérieur à 1,3 cm. Généralement la dernière classe correspond au pivot ou racine principale.

La racine est astringente et fournit une couleur rouge (écorce) (CHETTAOUI, 1970).

1.7. Parties utilisées

La partie utilisée de l'arbuste de henné est les feuilles sont broyées en poudre fine avant l'utilisation, et l'écorce qui peut être également broyée ou utilisé sous forme de bâtonnets (JSERIN, 2001)



Figure 05 : Poudre et feuilles séché du henné (Hattabe benhassane, 2018)

1.8. Composition biochimique de la plante

Les feuilles de henné contiennent des matières glucosique devers, le plus important c'est la matière principale dont on a donné le nom de la plante "Lawsoné" et leur particule chimique, le type de 2-hydroxy-1-4naphthoquinose, ou 1-4naphthoquinone, cette matière est responsable à l'effet biologique médicinale et aussi responsable du pigment de la couleur noirâtre, occupe le taux de 88% pour le henné de type *L. inermis*.

En comparons les deux catégories, à fleurs blanches, rouge et violette, le taux de glucosides dans les feuilles de chaque une est de 0,5% et 0,6% par ordre, et contient aussi des matières grasses, résine et tanin.

Les fleurs de henné sont riches en huile volatil avec une bonne odeur, leurs principales constitutions sont :

- Coumarines
- Naphtoquinones (Lawsoné)
- Flavonoïdes
- Stérols et tanins (JSERIN, 2001).

1.9. Principales utilisations

Les feuilles sont la principale partie utilisée. Le henné est utilisé à plusieurs fins notamment en cosmétique et en médecine traditionnelle.

a. Produit de beauté

Les feuilles séchées et moulues fournissent une poudre qui, mélangée à l'eau, sert à :

- L'entretien (chute des cheveux) et à la teinture des cheveux (donner de beaux reflets aux cheveux, la couleur dépend des ingrédients ajoutés au henné) ;
- L'entretien de la peau, c'est un tonique pour la peau ;
- L'embellissement des mains et des pieds à l'honneur. Son emploi est rituel dans toutes les cérémonies religieuses et aussi pour marquer les événements de l'existence individuelle et familiale (naissance, circoncision, mariage).

b. Médicament

En mélange avec d'autres plantes médicinales, le henné est utilisé comme traitement des foulures. Il a aussi un réel pouvoir antiseptique antibactérien, antihémorragique, antimycosique, anti lépreux d'où les différentes utilisations en médecine traditionnelle pour les soins de tout le corps.

c. Industrie

En Europe, le henné sert à la teinte des bois blancs, de certains tissus et des cuirs. Il entre aussi dans la composition des cosmétiques et des teintures pour les cheveux (Ait Bella Z.2005).

1.10. Exigences de la culture

1.10.1. Besoins en eau

La taille de la feuille est également dépendante de la disponibilité de l'eau. Pendant la saison sèche et dans des endroits secs les feuilles peuvent être 5-6 fois plus faibles que dans la saison des pluies ou dans des endroits humides (Ben Saadia ,2015).

1.10.2. Sol

Il tolère des sols pauvres, pierreux et sableux, mais s'adapte aussi bien à des sols argileux lourds et fertile .Les sols qui conviennent le mieux sont les silico-argileux, d'alluvien et pour donner une meilleure teinte au henné c'est le sol argileux (Kokwaro, 1993).

1.10.3. Température

La région d'origine du henné correspond à la savane tropicale et aux régions arides des zones aux latitudes comprises entre 15° et 25° aussi bien Nord que Sud, depuis l'Afrique jusqu'à la zone ouest Pacifique, elle a les meilleures qualités tinctoriales quand elle est cultivée dans les températures comprises entre 35°C et 45°C. Pendant la saison humide, la plante croît rapidement en émettant de nouvelles pousses, puis croît ensuite plus lentement (Lemordant, 1983)

1.10.4. Lumière

Il demande un climat tropical, elle est très exigeante en luminosité (le plein soleil) pour assurer sa composition en tanin (BURNIE et *al*, 2006).

1.10.5. Humidité

Selon Aweke et al (2005), la culture du henné préfère les régions avec une faible humidité de l'air et elle tolère la sécheresse, ces conditions favorisent une bonne qualité de la couleur de patte de henné.

2. La Salinité

2.1. Définition de la salinité

Elle est définie selon plusieurs chercheurs comme la présence d'une concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation.

La salinisation des sols est non seulement l'effet direct de l'irrigation mais aussi celui de la remontée des nappes souterraines salées qui, par évaporation déposent des sels dans le sol et surtout à sa surface.

L'absence d'un lessivage naturel des sels et l'augmentation de la charge saline des eaux d'irrigation ne peuvent conduire qu'à la stérilisation complète des sols. (Zahi et Lamara 2019)

La salinisation est un terme générique caractérisant une augmentation progressive de la concentration des sels dans les sols sous l'influence d'apport d'eau d'irrigation salée, de l'aridité du climat ou de conditions hydrologiques particulières (lessivage insuffisant, proximité de la nappe...). Cette concentration de la solution du sol conduit ainsi à la précipitation successive de minéraux qui modifie sa composition et détermine différentes voies d'évolution des sols en fonction de l'abondance relative des différents ions majeurs dans la solution de départ. Ces ions majeurs sont le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le sodium (Na^+), le potassium (K^+), le chlorure (Cl^-), le sulfate (SO_4^{2-}) et les carbonates (HCO_3^-) (Marlet S, 2005).

2.2. Formation d'un sol salin

La formation d'un sol salin résulte généralement de l'accumulation de sels dans les horizons de surface. Ce processus dépend essentiellement du régime hydrique du sol et des sources de sel, Lorsque le climat est chaud et sec, entraînés par les eaux capillaires suivant le flux d'évaporation, les sels sont accumulés en surface. Les sels les plus communs présents dans la solution du sol correspondent aux cations Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , et aux anions Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , NO_3^- . D'autres sels moins courants et plus toxiques à faibles concentrations sont également à considérer. Ces éléments traces sont le bore, le sélénium, l'arsenic et le molybdène. (Fetnassi ,2015)

2.3. Origine et cause de la salinité des sols

L'origine de La salinité des sols se résume, d'une part la salinité primaire, d'origine naturelle, due à la proximité de la mer, où à l'existence de dépôts salins géologiques où parfois actuels, c'est la salinisation primaire.

D'autre part, la salinité secondaire due à des processus de salinisation liés à des activités anthropiques en particulier à l'irrigation mal conduite dans certaines zones agricoles (Franchis et Ibanez, 2003).

2.3.1. Salinisation naturelle ou primaire

Près de 80 % des terres salinisées ont une origine naturelle « édaphique », on qualifie alors la salinisation de « primaire ». Dans ce cas, celle-ci est due à la formation des sels pendant l'altération des roches ou à des apports naturels externes :

- Dans les régions côtières, intrusion de l'eau salée ou submersion des terres basses.
- Inondation périodique par de l'eau de mauvaise qualité.
- Remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone racinaire (Mermoud, 2006).

Durant les périodes de sécheresse, l'eau et les électrolytes qu'elle contient remontent

Par capillarité. L'eau s'évaporent, les sels vont s'accumuler en surface pour être à nouveau lessivés par la pluie. La présence naturelle de sels tel que NaCl, NaSO₄, CaCl₂ sur d'importantes surfaces du globe contribue de manière remarquable à la salinisation des sols arables et exerce un effet dépressif sur la croissance des plantes, à partir d'un certain seuil, qui varie d'une espèce à l'autre (Fatnassi,2015)

2.3.2. Salinisation secondaire

Près de 20% des terres salinisées ont une origine humaine ou anthropique ; sont qualifiées de « secondaires » dû principalement à l'irrigation des terres avec une eau de mauvaise qualité (eau saline), un lessivage insuffisant et un drainage défaillant, ou bien présence d'une nappe phréatique salée proche de la surface .

Dans ce cas, le sol avait déjà formé et avait acquis une personnalité pédologique. Par exemple, si une partie d'une plaine littorale est envahie par la mer, bien que le contact soit direct, la salinisation reste secondaire. Il en est de même d'un sol alluvial qui se sale sous l'effet de la remontée d'une nappe chlorurée.

Cette distinction tend à faire préciser à quel moment de son histoire, un sol a acquis le caractère halomorphe (Soffih,2016).

La salinisation secondaire est généralement liée à l'irrigation dans la région aride. La charge saline de l'eau ainsi que la mauvaise gestion de l'irrigation sont les principaux responsables de l'accumulation des sels dans le sol et la dégradation des rendements des cultures des périmètres irrigués (Masmoudi ,2012).

2.4. Tolérance des cultures à la salinité

La tolérance aux sels est un phénomène complexe qui varie avec les espèces, les variétés et le stade de développement des plantes. Les plantes les plus tolérantes sont appelées halophytes.

Ces dernières ont une aptitude à développer des pressions osmotiques suffisamment élevées pour compenser la pression osmotique de la solution du milieu extérieur.

Par contre de nombreuses plantes sont sensibles aux sels et leur croissance est affectée par le niveau de salinité du sol (Masmoudi ,2012)

2.5. Les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation

L'agriculture représente le plus gros consommateur des ressources en eau. Ces ressources, suivant les régions dont elles proviennent, et leur contact éventuel avec des sources de pollution ont des caractéristiques très diversifiées.

De plus, vu la diminution des apports en eau constatée depuis plusieurs décennies, les agriculteurs, notamment dans les régions continentales, s'intéressent à l'utilisation des eaux, usées. C'est ainsi que des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation ont été établies.

Les normes ont pour objectif de :

- ✓ protéger le public et les ouvriers agricoles ;
- ✓ protéger les consommateurs des produits agricoles ;
- ✓ protéger les ressources en eau superficielle et souterraine et les sols ;
- ✓ protéger le matériel d'irrigation ;
- ✓ maintenir des rendements acceptables (Bouaroudj,2012)

3. Stress

3.1. Définition du stress

le terme stress désigne un facteur de l'environnement induisant une contrainte potentiellement néfaste sur un organisme vivant.

le stress est le dysfonctionnement (rupture d'un équilibre fonctionnel) produit dans un organisme ou dans un système vivant, par exemple par une carence. Le stress est donc, un ensemble de conditions qui provoquent des changements de processus physiologiques résultant éventuellement de dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement.(Ben kaddour,2014)

On appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. En revanche, la réponse du végétal dépend, entre autres, de ces paramètres environnementaux, tels que: le type de contrainte, son intensité, sa durée et caractéristiques génétiques: espèce et génotype (Hopkins, 2003).

3.2. Stress salin

Le stress salin est l'excès d'ions en particulier, mais pas exclusivement, aux ions (Na^+ et Cl^-). Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques.

Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu « physiologiquement sec » (Bassou, 2019)

Le stress salin, comme beaucoup d'autres stress abiotiques, inhibe la croissance des plantes. Les concentrations élevées de sel causent un déséquilibre des ions (Zhu J.K, 2001 ; Rontein et al, 2002).

Les plantes qui croissent sur des sols très salins sont nommées halophytes terme venant du grec halos (sel) et phyton (plante) (Hopkins, 2003).

3.3. Causes de la salinisation

L'eau saline occupe 71% de la terre, environ la moitié des systèmes d'irrigation existant du monde sont sous l'influence de la salinisation

Les rares précipitations, l'évaporation élevée, l'irrigation avec de l'eau saline, et les pratiques culturelles sont parmi les facteurs principaux qui contribuent à la salinité croissante.

La salinisation secondaire, en particulier, aggrave le problème où une fois que les superficies agricoles productives deviennent impropres à la culture due à la qualité inférieure de l'eau d'irrigation (Hammia, 2012) .

le fort éclaircissement et les rares pluies dans les régions semi-arides et arides accentuent la salinisation des périmètres irrigués et les rendent impropres aux cultures (Denden et al ; 2005).

3.4. Conséquences de la salinité sur la plante

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes. Les effets de la salinité sont: l'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (Zid, 1982)

La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement. D'une manière générale la hauteur, le diamètre des tiges des différentes espèces, ainsi que la grosseur des fruits, diminuent d'une façon importante avec l'augmentation de la salinité (Khan M A et Gul B, 2005)

Les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire des sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination (Ben kaddour, 2014).

3.5. Effet du stress salin sur les plantes

La salinité provoque à la fois un stress ionique et un stress osmotique sur les plantes et les réponses les plus connues des plantes à la salinité sont liées à ces effets. L'effet de la salinité sur les plantes se traduit généralement par une réduction de leur croissance.

D'autres parts, les effets osmotiques des sels sur les plantes sont le résultat de l'abaissement du potentiel hydrique du sol dû à l'augmentation des concentrations des solutés dans le profil racinaire des plantes, cette condition interfère avec la capacité des plantes à extraire l'eau à partir du sol et à maintenir leur turgescence (Fatnassi, 2015).

La présence de sels solubles dans le sol exerce un effet dépressif sur la croissance des plantes, à partir d'un certain seuil, qui varie d'une espèce à l'autre

3.5.1. Effet sur la germination

La germination et les premiers stades de croissance sont cruciaux pour l'établissement des espèces se développant dans des environnements salins. Le stade plantule est la plus vulnérable dans le cycle de vie de la plante, et c'est la germination qui détermine le temps et le lieu pour que la croissance de la plantule ébauche (Bouda, 2011)

3.5.2. Effet sur la croissance et le développement de la plante

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire et cette expansion s'arrête si la concentration de sel augmente (Wang et Nil, 2000).

Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (Chartzoulakhis et klapaki,2000)

3.5.3. Effet sur la photosynthèse

Selon Parida et DAS (2005) Le développement des plantes est le résultat de l'intégration et la régulation des processus physiologiques dont le plus dominant est la photosynthèse. La croissance du végétal autant que la production de biomasse est une mesure de la photosynthèse nette et comme les stress environnementaux affectent la croissance donc affectent la photosynthèse.

3.5.4. Effet sur la morphologie de la plante

La salinité affecte toute la plante mais elle freine davantage la croissance des parties aériennes que celle des racines (Bassou,2019).

3.5.5. Effet Sur le rendement

Le rendement des plantes diminue nettement avec l'augmentation de la concentration en sels, et ce degré de sensibilité diffère d'une espèce à autre.

L'effet inhibiteur majeur de la salinité sur la croissance et le rendement des plantes est attribué à : l'effet osmotique, toxicité des ions et le déséquilibre nutritionnel provoquant une réduction de l'efficacité photosynthétique et d'autres désordres physiologiques.

Les espèces végétales diffèrent dans leur réponse au stress salin et leur productivité (rendement). La comparaison des rendements des génotypes sous différents niveaux de salinité est clairement essentielle pour définir leur potentiel génétique mais aussi pour étudier les raisons de leur bon rendement (Fetnassi, 2015).

3.6. Mécanismes de tolérance à la salinité

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

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

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

3.6.1. L'exclusion

La plante empêche le sel de remonter dans la sève jusqu'aux feuilles. La présence de l'endoderme dans les racines ainsi que le transport sélectif, leur permet d'absorber les ions nutritifs utiles et de ré-excréter les ions Na⁺ (**Genoux et al, 1991**).

Chez les plantes, les échangeurs Na⁺/H⁺ contrôlent soit l'exclusion des ions sodium des cellules racinaires, soit leur séquestration dans la vacuole. Ces deux mécanismes sont des déterminants majeurs de la tolérance des plantes au stress salin. Les racines sont dotées d'une cellule interne de cellule qu'est l'endoderme, qui empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles (Hamdoud, 2012)

3.6.2. Inclusion

La plante retient le sel qui parvient aux feuilles au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (**Berthomieu et al, 2003**), ou excrété par des glandes vers l'extérieur

L'excrétion dans les glandes à sel est très spécifique ; d'abord Na^+ , Cl^- et HCO_3^- sont excrétés contre le gradient de concentration, alors que des ions comme Ca^{++} et SO_4^{2-} sont maintenus contre leur gradient (**Hopkins, 2003**).

3.6.3. Recirculation

Une troisième stratégie à l'intermédiaire entre l'exclusion et l'inclusion, la recirculation. Le Na^+ est absorbé et parvient jusqu'aux parties aériennes, mais il est aussitôt repompé et reconduit par les vaisseaux du xylème vers les racines, qui peuvent excréter les ions à l'extérieur (**Berthomieu et al, 2003**).

4. Germination

4.1. Définition

La germination est le premier stade du cycle de vie des plantes pour produire une nouvelle génération (Aya et al, 2011). La germination est le déclenchement du développement d'une graine, d'une semence, d'une spore ou endospore, en une cellule végétative quand les conditions favorables.

4.2. Morphologie de la germination

La graine s'imbibe d'eau se gonfle, le tégument se fend et la radicule émerge et s'oriente vers le milieu (sol) selon un géotropisme (gravi tropisme) positif. Puis, la tigelle émerge et s'allonge vers le haut. Les téguments de la graine se dessèchent et tombent (Meyer et al, 2004).

4.3. Physiologie de la germination

Au cours de la germination, la graine se réhydrate et consomme de l'oxygène pour oxyder ses réserves en vue d'acquiescer l'émergence nécessaire. La perméabilité du tégument et le contact avec les particules du sol conditionnent l'imbibition et la pénétration de l'oxygène.

Les réserves de toute nature sont digérées (Meyer et al, 2004).

4.4. Conditions de la germination

4.4.1. Conditions internes

Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité ... Pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, plusieurs causes sont à envisager : la dormance de l'embryon ou les inhibitions de germination.

Conditions internes de la germination concernent la graine elle-même, qu'elle doit être vivante, mure, apte à germer (non dormante) et saine (Djennde et Attalaoui, 2019).

4.4.2. Conditions externes

La graine exige la réunion des conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, la température et la lumière.

➤ **Eau**

La germination exige obligatoirement de l'eau, celle-ci doit être apportée à l'état liquide. Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes. Elle est remise en solution des réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et provoque le gonflement de leurs cellules, donc leur division (Zahi et Lamara., 2019).

➤ **Oxygène**

La présence d'oxygène permet l'activation des processus respiratoires et mitotiques (Anzala, 2006). D'après Meyer et al (2004), l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve.

➤ **Température**

La température comptable avec la germination s'inscrit dans une gamme assez large (sous réserve que la semence ne soit pas dormante) (Bassou, 2019).

➤ **Lumière (photosensibilité des semences)**

La lumière qui agit de manière différente sur les espèces. Elle inhibe la germination des espèces photosensibles négatives et stimule les photosensibles positives (Anzala, 2006).

4.5. Types de germination

4.5.1. Germination épigée

La graine est soulevée hors du sol car il y a un accroissement rapide de la tigelle qui donne l'axe hypocotyl qui soulève les deux cotylédons hors du sol. La gemmule se développe (après la radicule) et donne une tige feuillée au-dessus des deux cotylédons. Le premier entrenœud donne l'épicotyl. Les premières feuilles, au dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales (Ammari, 2011).

4.5.2. Germination hypogée

La graine reste dans le sol, la tigelle ne se développe pas et les cotylédons restent dans le sol (Ammari, 2011).

4.6. Différent obstacles de la germination

4.6.1. Dormance embryonnaire

Dans ce cas les inaptitudes à la germination résident dans l'embryon et constituent les véritables dormances. L'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences on appelle « dormance primaire ». Dans d'autre cas, l'embryon est capable de germer mais il perd cette aptitude sous l'influence de divers facteurs défavorables à la germination on parle alors de « dormance secondaire » (Djennde et Attalaoui ,2019).

4.6.2. Inhibitions tégumentaires

Les dormances tégumentaires peuvent provenir : d'une imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène ou aux deux, c'est le cas des « graines dures »

La levée de l'inhibition tégumentaire des graines constitue un facteur adaptatif important pour la survie de l'espèce, puisqu'elle permet le maintien d'un stock de graine et leurs viabilité dans le sol.

D'après Mazliak , (1982), les inhibitions tégumentaires peuvent être facilement définies par :

les semences ont des enveloppes ;

- Totalement imperméable à l'eau.
- Les enveloppes séminales ne sont pas suffisamment perméables à l'oxygène.
- Des enveloppes trop résistants pour que l'embryon puisse les rompre.

4.6.3. Dormance morphologique

La dormance morphologique est due à la présence d'un embryon sous développé au moment de la dissémination des graines. La germination ne peut avoir lieu tant que l'embryon n'est pas arrivé au terme de sa croissance (Djennde et Attalaoui .,2019).

4.6.4. Inhibitions chimiques

Les inhibitions chimiques sont certainement plus rares dans les conditions naturelles.

Leur nature exacte reste généralement inconnue, car elles n'ont pas souvent été isolées (Mazliak ,1982).

Matériels et méthodes

2.1. Objectif

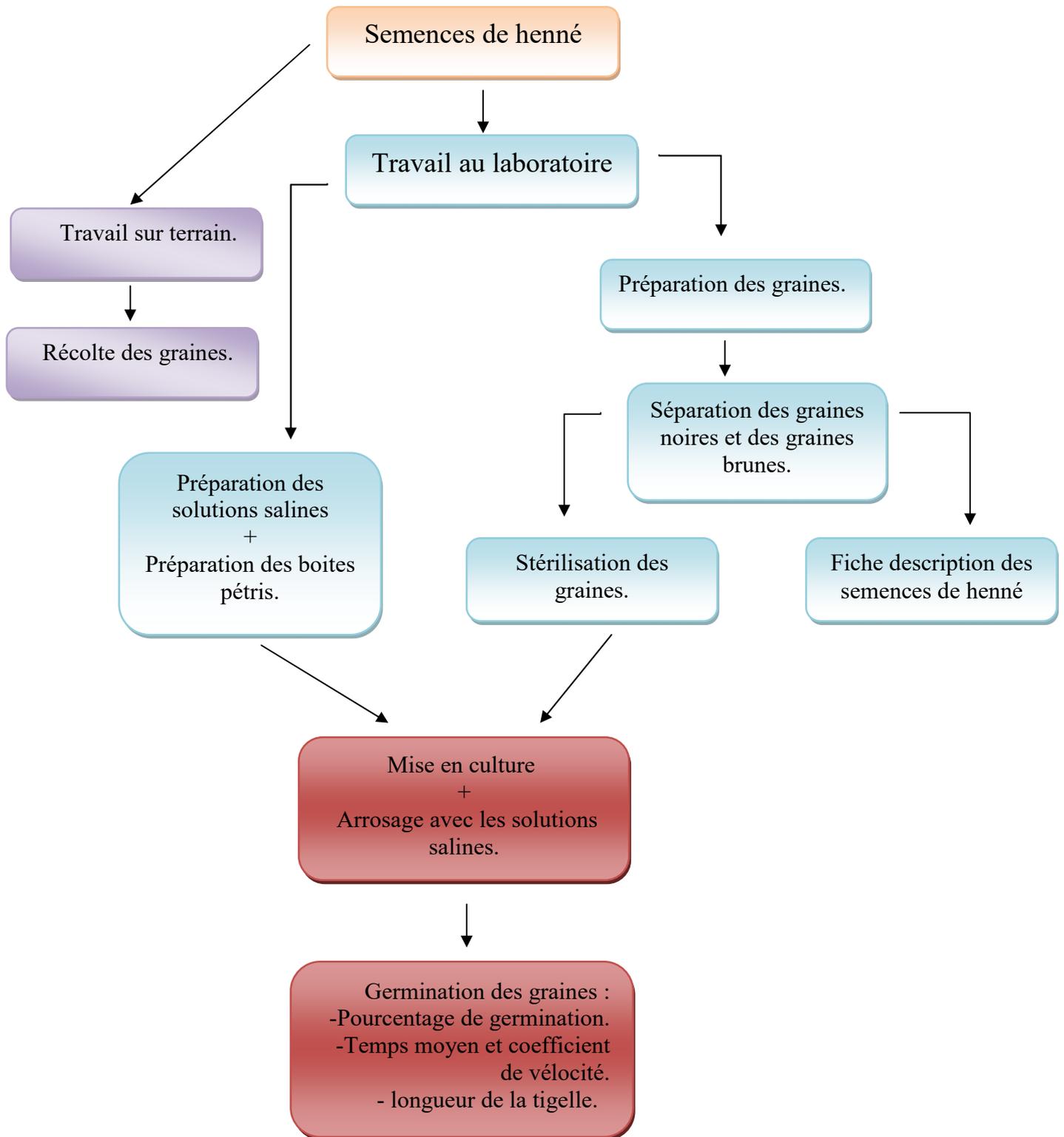
Le stress salin du sol ou de l'eau est un des stress major spécialement dans les régions arides et semi-aride, et peut sévèrement limiter la croissance et la productivité de la plante.

Le henné (*Lawsonia inermis* L) est une plante locale très repondue dans notre zone d'étude , les agriculteurs de la regions utilisent uniquement les semences comme moyen de reproduction , et dont la germination est compromise par plusieurs facteurs entre autres la dormance tégumentaire (tegument dur) qui est dépassé par une imbibatin avec de l'eau pendant 7 jours

L'objectif de cette étude est de déterminer l'effet du stress salin surla levee de la dormance, sur la germination et sur la croissance de henné, en vue d'identifier leur niveau de tolérance à la salinité.

Cet essai a été réalisé sur le henné (*Lawsonia inermis*) soumises à trois concentrations différentes de chlorure de sodium (NaCl) : [50], [100], [150] et un traitement n'ayant pas reçu de NaCl constitue le témoin.

2.2. Protocole expérimentale



- **Fiche descriptive des semences de Henné :**

Durant notre essai nous avons soumis les semences du henné à quelques paramètres de mesure pour permettre s'établir une fiche descriptive

Les paramètres sont comme suit:

- Poids de 1000 grains
- Forme de grains
- Couleur de grains
- Et enfin la Dimension des graines

2.3. Matériel végétal

Les graines de henné utilisées durant notre essai ont été récolté pendant le mois de décembre de l'année 2019, à partir d'un arbuste d'un jardin localisé dans la commune d'Ain naga.

Les graines une fois séparés des fruits matures sont rassemblé est trillés selon la taille, pour choisir un échantillon à un calibre uniforme, et ayant un bon état sanitaire, elles sont séparées manuellement des fruits.



Figure 06 : Arbre de henné portant des fruits matures (à gauche) et les graines de *Lawsonia inermis*(à droite)(région Ain naga)(Originale, 2019)

2.4. Préparation des boîtes de Pétri

Les boîtes de Pétri utilisées sont des boîtes stériles de 10 cm de diamètre 1 cm d'épaisseur, dans chacune des boîtes, nous avons placé 25 graines sur de solutions salines de différentes concentrations, le nombre de répétition était de quatre boîtes pour chaque traitement.

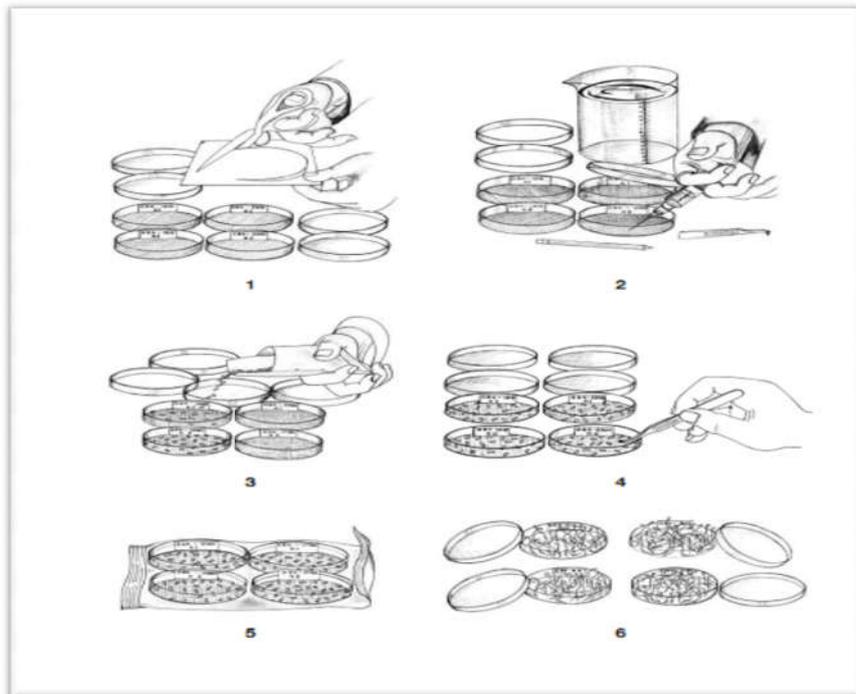


Figure 07 : Schéma de l'installation des graines de henné du dispositif expérimental

Les boîtes Pétri sont placées selon le dispositif carré latin dans des conditions où les principaux paramètres (température- photopériode hydrométrie) ont permis d'assurer un bon environnement à la culture.

Plan en carré latin

- On administre 4 doses (A, B, C, D) d'un traitement à 4 sujets

Sujet	A	B	C	D
1	A	B	C	D
2	D	A	B	C
3	C	D	A	B
4	B	C	D	A

Figure 08 : Schéma du dispositif expérimental

2.5. Préparation des graines

La Nous avons procédé à une stérilisation de surface des graines par :

1. Un trempage des semences pendant 10 minutes dans une solution à 1% d'hypochlorite de sodium. La concentration de l'hypochlorite domestique est généralement de 5%. Ajouter 80 ml d'eau distillée à 20 ml d'eau de javel pour obtenir une solution à 1%.
2. Soigneusement rincer les semences avant le test de germination.

Les graines sont stérilisées en utilisant un bain d'eau de javel 10 % durant 5 minutes puis rincées à l'eau distillée et rinçage plusieurs fois à l'eau distillée.

2.6. Préparation des solutions salines

Quatre traitements ont été utilisées pour cette étude : le témoin [0] mM, et trois concentrations [50] mM, [100] mM, [150] mM, Le choix des concentrations a été fait en se basant sur des données bibliographiques et des études récentes.

Tableau02: Doses de sel utilisées pour la preparation des concentrations des traitements

Les Doses	C1 0 Mm	C2 50 mM	C3 100 Mm	C4 150 mM
Quantité de NaCl	(Témoin) 0 (1L eau distillé)	2.925 g /l dans 1L eau distillé	5.84 g /l dans 1L eau distillé	8.77 g /l dans 1L eau distillé

2.7. Installation et conduite de l'essai

L'essai de germination et installé le 10/ 06/ 2020, dans des chambre de cultures soumise à une température ambiantes dépassant 25 °C le jours et 15 °C la nuit, et une humidité relative

Des notations ont été prélevées périodiquement pour le dénombrement de graines germées, et sur les plantules normales de celles présentant des malformations, cela pendant 3 semaines.

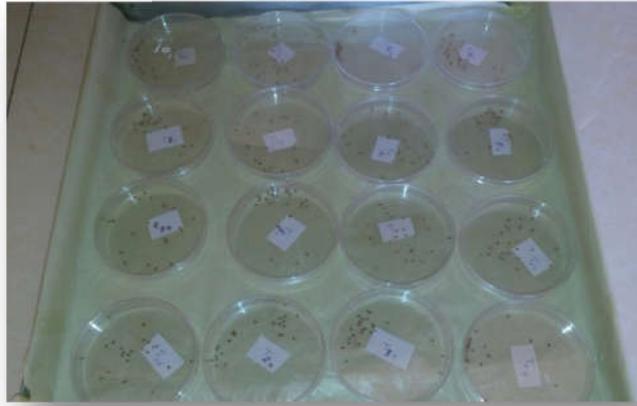


Figure 09: les répétition des boites de pétri dans chaque concentration (position carré latin).

2.8. Les paramètres étudiés

2.8.1. Le taux de germination

Le taux de germination est calculé en comptant le nombre des graines germées chaque jour, le critère de germination retenue correspond au moment où la radicule a percé les enveloppes .

Le taux est calculé par la relation suivante :

$$G\% = S/L \times 100$$

- (G) : Pourcentage de germination.
- (S) : Nombre de graines germées.
- (L) : Nombre total des graines.

2.8.2. Vitesse de germination

C'est le temps moyen à la germination de 50 %des graines. Elle permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine.

8.3. La longueur de la tigelle.

Un échantillon de plantules par boites sont choisit pour comparer la longueur de la tigelle qui a apparu après 10 jours entre les différents traitements.



Figure 10:photos de la longueur des tigelles dans les boites de pétri

Résultats et discussions

3.1. Fiche descriptive des semences de Henné (écotype d'Ain naga)

- Poids de 1000 grains = **1.4 g**
- Forme de grains : grains fines et angulaires, pyramidales
- Couleur : brunâtre
- Dimension:

Longueur mm:	2 – 3
Largeur mm:	1 – 2
Hauteur mm:	2 -3

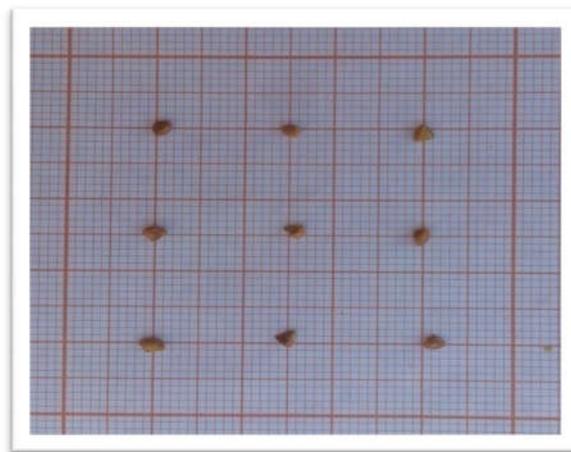


Figure 11 : semence de Henné

Les graines de henné sont petites (mesurant 1,94-2,63 mm du micropylaire à l'extrémité chalazal et le plus large au chalazal extrémité de 1,94 à 2,67 mm), typiquement pyramidale avec 3-4 surfaces verticales, endospermiques avec embryon linéaire localisés vers l'extrémité micropylaire (Parihar et al, 2016)

3.2 Taux de germination

3.2.1. Après le troisième jour

Ce taux est obtenu par l'addition des taux quotidiens des graines germées dans le début jusqu'à troisième jour de la germination.

L'analyse de moyenne du taux de germination *Lawsonia inermis* a montré qu'il y a une différence entre les quatre solutions salines.

Le taux de germination, en conditions de stress salin, donne toujours une tendance plus ou moins précise du comportement de l'espèce étudiée.

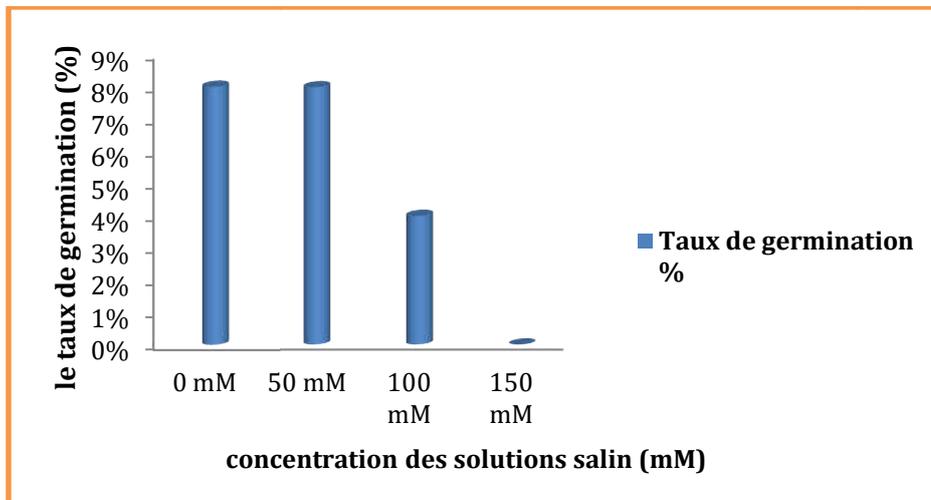


Figure 12 : pourcentage de germination (%) de Henné après troisième jour aux différentes concentrations de NaCl (mM).

D'après la Figure 12 on remarque que le taux de germination de *Lawsonia inermis* est de 8 % au troisième jour pour le témoin (0 mM) et le 50 mM.

Le traitement de 100 mM présente un taux de germination de 4 %, et dans la solution salin de concentration 150 mM le taux de germination est 0%.

3.2.2. Après le septième jour

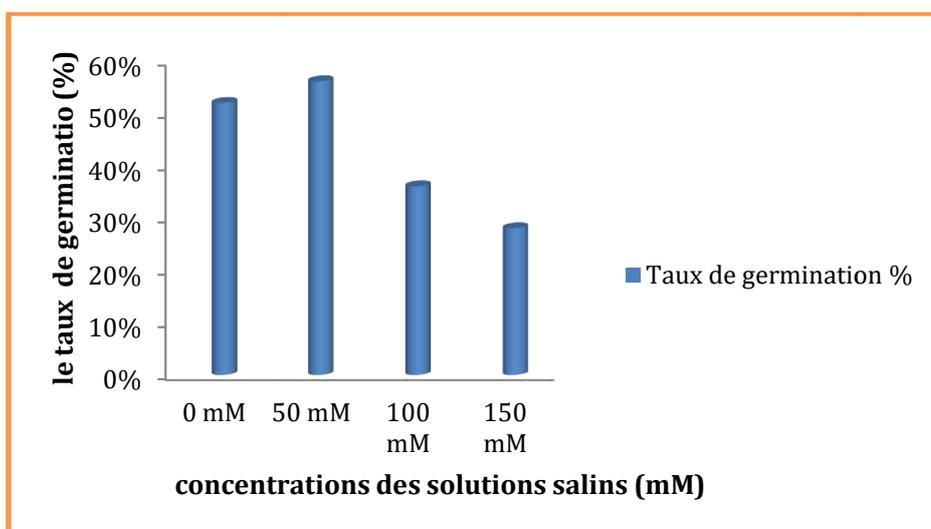


Figure 13 : pourcentage de germination (%) de Henné après septième jour aux différentes concentrations de NaCl (mM).

La Figure 13 montre que la germination des graines de Henné après sept jours. On remarque un taux de germination élevé pour le témoin (52%) et sous traitements de 50 mM(56%).

Et pour les concentrations 100 mM et 150 mM le taux de germination est 36% et 28% respectivement .

3.2.3. Après le dixième jour(Taux final de germination)

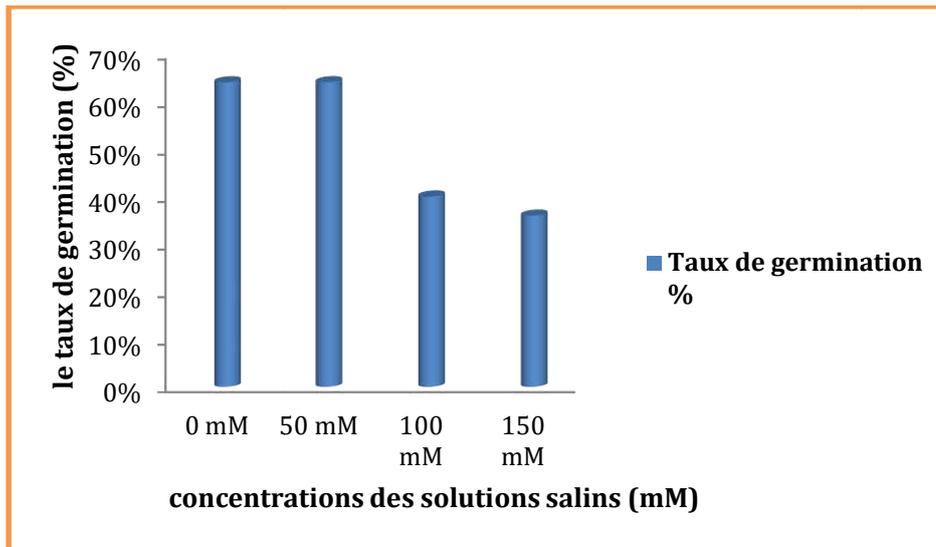


Figure 14 : pourcentage de germination (%) de Henné après dixième jour aux différentes concentrations de NaCl (mM).

Après le dixième jour le taux de germination augmente (64%) chez le témoin et la concentration 50 mM; et dans la concentration de 100 mM et 150 mM on remarque 40% et 36% respectivement. Figure 14.

Le henné peut être multiplié par boutures ainsi que par semis. Cependant, les semis sont préférés pour la plantation au champ en raison de leur taux de survie plus élevé. Les graines de henné ont un tégument dur et mettent beaucoup de temps à germer avec moins de 20% de germination. Par conséquent, les graines sont traitées avant le semis pour casser le tégument dur (Rao et al, 2002).

3.3-Vitesse de germination :

La vitesse de germination est le temps moyen à la germination de 50 % des graines. Elle permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine (Belkhodja -M, Bidai -Y, 2004 in Zahi et Lamara, 2019)

De notre essai apparait que la vitesse de germination ou l'énergie germinative des graines de henné est elle aussi affecté par le stress salin

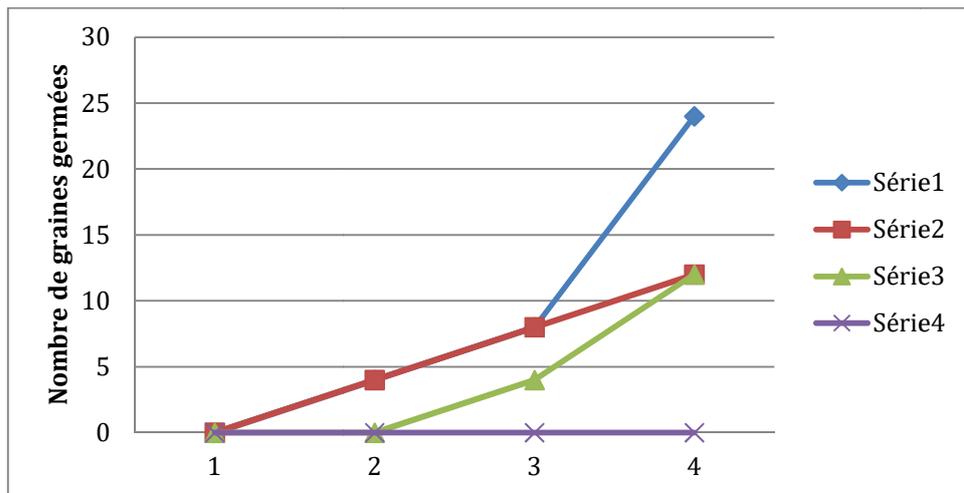


Figure 15: effet de la salinité sur de la vitesse de germination de semence de henné

De la figure 15 on observe que la vitesse est constante pour le traitement T2 , nulle pour le traitement T4, elle a présenté une augmentation importante et modérée pour T1 et T3 respectivement.

3.4. Longueur de la tigelle

Les résultats obtenus pour ce paramètre (Figure 17) montrent que la salinité affecte également le développement de la tigelle après la germination des graines.

Une diminution de la longueur de la tigelle a été notée pour l'ensemble des grains qui ont germé sous stress.



a

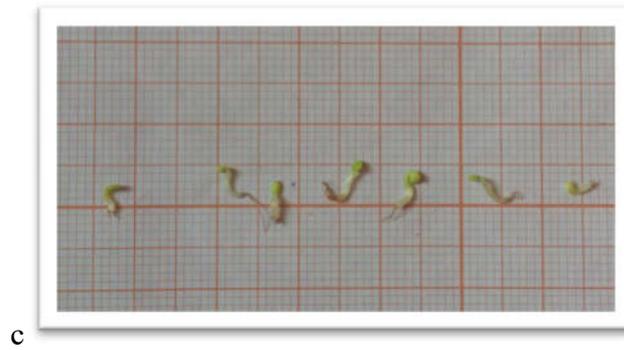


Figure 16: photos de la longueur des tigelles des différents traitement (a : T1, b : T2, c : T 3)

La longueur de la tigelle diminue au fur et à mesure que la concentration du NaCl augmente dans le milieu, d'où nous avons noté une moyenne de 1.26cm et 0.29cm respectivement pour les concentrations de 100 mM et 150 mM contre une moyenne de 2.33 cm chez la concentration 50 mM et pour le témoin est 2.36 cm.

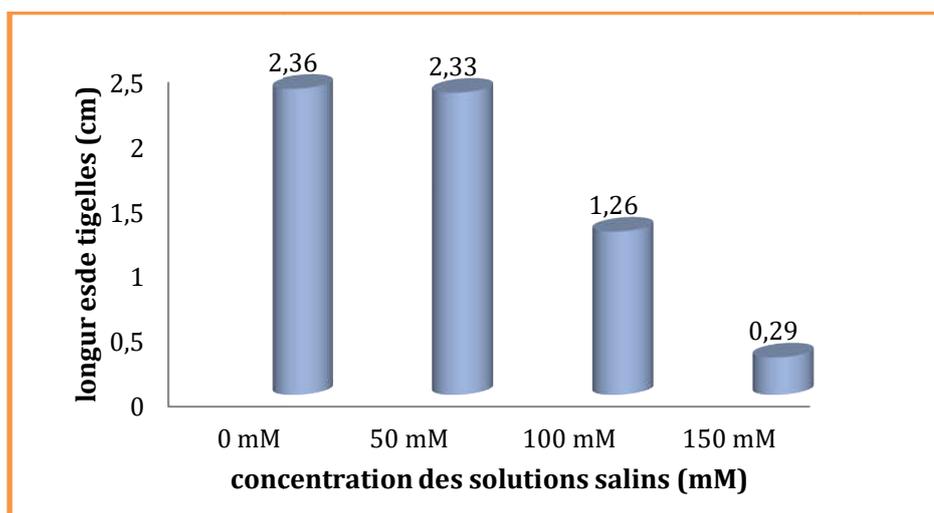


Figure 17 : la longueur de la tigelle (cm) des plantules de henné soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

3.5. Le nombre de tigelles séparées des graines

D'après le Figure 18 les deux concentrations témoin et 50mM ont remarque que les tigelles ont été séparés des graines à partir du cinquième jour (2 tigelles pour le témoin et 1 tigelle pour le 50mM) revanche, la séparation des tigelles des graines pour la concentration 100mM ont été débutées le sixième jour (2 tigelle) et une seul tigelle s'a séparée le septième jour pour la concentration 150mM.

Le nombre total des tigelles séparées des graines des solutions C1 et C2 (14 tigelles) supérieur aux concentrations C3 et C4 (9 et 4 tigelles) respectivement (le nombre de plantules de préférence représenté sous forme de graphe)

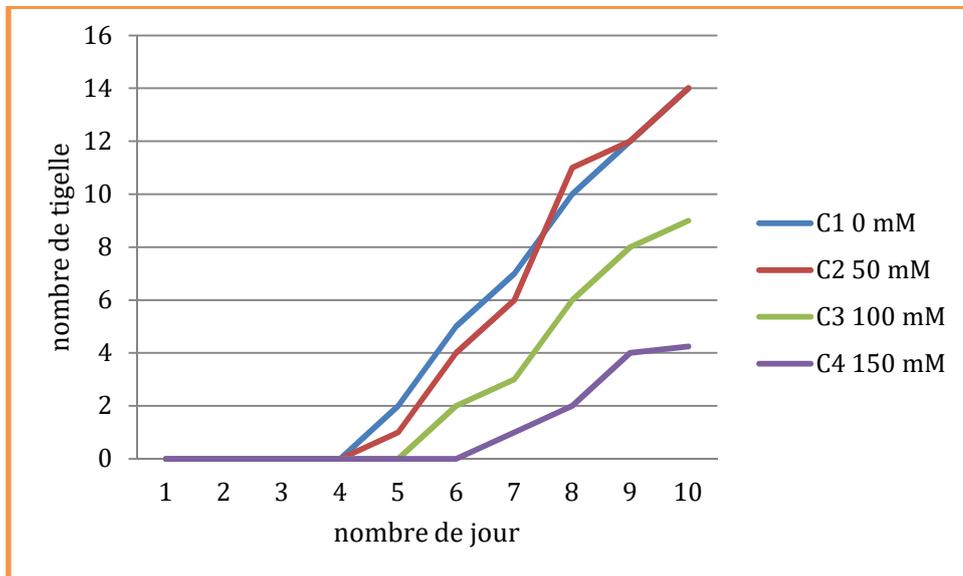


Figure 18 : Nombre des tigelles séparées des graines de henné aux différentes concentrations de NaCl (mM).

Conclusion

Conclusion

La germination des graines est un ensemble de processus métaboliques aboutissant à l'émergence de la radicule. Ce stade de développement est considéré comme une étape critique dans l'établissement des semis et ainsi la détermination d'une production agricole réussie.

Notre étude port sur l'effet de salinité sur le Henné soumise à différentes concentrations salines (0 mM- 50 mM- 100 mM- 150 mM de NaCl), dans le but de déterminer l'influence de stress salin sur la germination de cette espèce.

Nos résultats montrent que la salinité affecte les paramètres de germination examinés chez le *Lawsonia inermis*. En tenant compte de l'ensemble des paramètres de germination étudiés, le Henné s'est montrées peut être tolérante à la salinité.

Nous résultats obtenus nous conduisent suivants :

- La vitesse de germination ou l'énergie germinative des graines de henné est elle aussi affecté par le stress salin
- La longueur de la tigelle diminue au fur et à mesure que la concentration du NaCl augmente dans le milieu
- Les concentrations élevées de salinité agissent négativement sur la germination
- La germination devient un facteur déterminant pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés
- La réponse des graines à la salinité est un indicateur de la tolérance de la plante, durant les étapes postérieures de développement.

Notre travail n'est qu'une introduction à la recherche de la réponse des graines des plantes spontanées (*Lawsonia inermis*) au stress salin au stade de germination, pour arriver à cet objectif il est indispensable de faire des études plus complètes, il serait indispensable

- Tester les effets de stress salin sur la germination des graines de *Lawsonia inermis*.
- D'étudier la réponse de germination de cette espèce face au stress salin avec d'autres intervalles des concentrations.

Références bibliographiques

- Ait Bella Z, 2005** :Actes du Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens Erfoud, Maroc - B. Boulanouar & C. Kradi (Eds.) Le henné dans la Zone d'action de l'ORMVA du Tafilalet.Maroc.
- **Ammari S .(2011)**. Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par le dromadaire, 46p.
- **Anzala FJ ,2006**.Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (Zeamays) : étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recherche de QTLs. These doctorat. Université d'Angers 148p.
- Arbonnier ; 2002** : Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'ouest.2Ed CIRAD-GRET ,352p.
- Aweke H, et Tapapul A, 2005** : *Lawsonia inermis L.* article P1.
- Aya A., N N'Drii, iriévroh-BI 2, Patrice L. Kouaél &Irié A.Zoro Bi 1, 2011**. Bases génétique et biochimiques de la capacité germinative des graines : implications pour les systèmes semenciers et la production alimentaire.P120.
- Bassou , S.,2019**. Effet du stress salin sur la germination de l'haricot (*Phaseolus vulgaris L*) :4.7P.
- Berthomieu P., Conejero G., Nublat A., Brachenbury W.J., Lambert C., Savio C., Uozumi N., Oiki S., Yamada K., Cellier F.Gosti F., Simonneau T., Essah P.A. Tester M., Very A.A., Sentenac H., Casse F., 2003**: Functional analysis of *athkt* in *Arabidopsis* shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. EMBO Journal, Vol. 22: 2004- 2014.
- BenKaddour.,2014** : Modifications physiologiques chez des plantes de blé(*Triticum durum Desf*) exposées à un stress salin ,P9.
- BenSaadia ; 2015** : Contribution à l'étude des propriétés herbicides d'extrait de quelques plantes courantes (*Citrullus colocynthis*) aux Zibans contre les adventices du henné (*Lawsonia inermis*) de Zeribt el Oued ,4-7p.
- **Burkill, 1995** : The useful plants of West Tropical Africa. 2nd Edition. Volume 3, P 3.
- Burnie G., 2006** : Botanica ; Encyclopédies de botanique et d'horticulture ,514p.
- Bouaroudj.,2012** : Evaluation de la qualité des eaux d'irrigation,11p
- Bouda S., Haddioui A., 2011**. Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. Nature &Technologie, 5:72-79.
- **Chartzoulakis*k., Klapaki.,G .(2000)**.Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages.Sci.Hortic.86 :247-260.

Références bibliographiques

- **Cherfaoui . A K, 1987.** Contribution a l'étude comparative de la germination des graines de quelques *Atriplex* de provenance Djelfa, thèse de diplôme de magister en sciences agronomique. Ed institut national agronomique EL Harrach-Alger, 68 p.
- **C.S.I.R, 1962** : The wealth of India. A dictionary of Indian raw materials and industrial products. Raw materials. Volume 6: L-M. Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi, India, P 483.
- **Denden M., Bettaib T., Salhi A. et Mathlouthi M. 2005-** Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales, Tropiculture
- **Djennde et Attalaoui ., 2019.** Effets de la salinité sur la germination des graines de *Peganum harmala*. univ Msila. 60P.
- **Fetnassi, O 2015.** Etude de l'effet de salinité sur la germination et la croissance de quelques variétés du Haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) 13. Univ Souk Ahres. 16.19 P.
- **Franchis L. et Ibanez F., 2003.** Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens, Rapport Pan Bleu ISBN. Plan d'action pour la Méditerranée PNVE. p69.
- **Genoux C., Putzola F., Maurin G., 1991:** Thème général: la lagune Méditerranéenne, TPE: Les plantes halophytes
- **Hamdoud N., 2012** : effet du stress salin sur la croissance et la physiologie de la féverole (*Vicia faba* L.)P9.
- **Hammia.,2012** : Impact de l'irrigation sur la salinisation des sols dans les palmeraies de Oued Righ.P16.
- **Hans et Kothe ;2007** : 1000 plantes aromatique et médicinale , 189 p.
- **Haouala F., Ferjani H. et Ben El Hadj S., 2007** – Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺,K⁺ et Ca⁺⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 11 (3), 235-244.
- **Hattabe benhassane H, 2018** : ecaluation des potentielle antimicrobiens de *Lawqonia inermis* récoltées dans les régions de Touat et Tdikelt. Univ Ourgela. 85P ;
- **Hopkins W G., 2003:** Physiologie végétale. 2ème édition. De Boeck, Bruxelles: 461-476.
- **Jesrin ; 2001** : Larousse des plantes médicinales Ed,335p.
- **JOHNSON B N, Marie Luce Akossiwoa Quashie, Raoufou Radji, Kossi Novinyo Segla, Kossi Adjonou, Adzo Dzifa Kokutse et Kouami Kokou,2019** : Etude de la germination de *Lawsonia inermis* L. sous différentes contraintes abiotiques

Références bibliographiques

- **Kokwaro, 1993** : Medicinal plants of East Africa. 2nd Edition. Kenya Literature Bureau, Nairobi, Kenya, P 401.
- **Khan M.A. et Gul B., 2005**- Halophyte seed germination. Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants. Springer, Netherlands, pp. 11- 30.
- Lahmadi et al, 2008** : Actes colloque international sur l'Aridoculture CRSTRA Biskra,197,198,199p
- LEBERT O., 2005**. Le karité et le henné ; deux matières premières africaines a fort pouvoir culturel local utilisées dans les cosmétiques. Thèse de doct. Pharm. univ. De Nantes Faculté de Pharmacie. 120p.
- **Lemordant S, 1983** : Usages médicinaux traditionnels et propriétés pharmacologiques de *Lawsonia inermis* L., Lythracées. Journal d'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée, Pp 30-89.
- **Marlet S., 2005** Gestion de l'eau et salinisation des sols dans les systèmes irrigués Synthèse de l'atelier du PCSI sur : Vers une maîtrise des impacts environnementaux de l'irrigation. CIRAD/AMIS, Montpellier, France, n°40, pp. 12-23
- **Masmoudi Ali.,2012**.Problèmes de la salinité liés à l'irrigation dans la région Saharienne : Cas des Oasis des Ziban. P.25.40.
- **Mazliak - P, 1982**- Physiologie végétale, croissance et développement tome III. Ed Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris, 420 p. Méditerranéennes. pp. 239-2.
- **Mermoud, A. 2006** . Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.
- Meyer S; Reeb C et Bosdeveix R. (2004)**. Botanique, biologie et physiologie végétale .Ed. Moline, Paris, 461p.
- **PARIDA A. K., DAS A. B., 2005**. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol 60. PP 324-349
- Pousset; 2004** : Plantes médicinales d'Afrique. Ed. ISBN ;161P.
- Rao S S Rao, P K Roy², P L Regar³ and Khem Chand⁴ , 2002** : Henna cultivation in arid fringesCentral Arid Zone Research Institute. Regional Research Station, Pali-Marwar 306 401.
- Soffih M., 2017**. Contribution au diagnostique de l'état de Salinisation des sols de plante d'El Hmadana.P23.

Références bibliographiques

- Toutain G; 1977** : Elément d'agronomie saharienne de la recherche au développement. Paris,153,154,155p.
- **Wang.,Y. Nil., (2000)**.Changes in chlorophyll . ribulose carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. J.Hortic .Sci. Biotechnol. 75 : 623-627.
- **Zahi et Lamara.,2019**. Effet de la salinité sur la germination et la croissance d'*Atriplex halimus* cas de Mostaganem et Oran. 12.19P.
- **Zid E, Boukhris 1982**. M. Quelques aspects de la tolérance de *l'Atriplex halimus* L.

Annexes

Annexes

Tableau: taux quotidien de germination des graines de Henné.

Concentration Jours	C1 0mM	C2 50mM	C3 100mM	C4 150mM
1	0	0	0	0
2	4	4	0	0
3	8	8	4	0
4	24	12	12	0
5	32	44	24	16
6	48	56	32	24
7	52	56	36	28
8	56	60	40	32
9	60	60	40	36
10	64	64	40	36

Tableau : taux de germination des graines de Henné(troisième jour).

Concentration Jours	0 mM	50 mM	100 mM	150 mM
1	8%	8%	4%	0%

Tableau : taux de germination des graines de Henné (la septième jour).

Concentration Jours	0 mM	50 mM	100 mM	150 mM
1	52%	56%	36%	28%

Tableau : taux de germination des graines de Henné (la dixième jour).

Concentration Jours	0 mM	50 mM	100 mM	150 mM
1	64%	64%	40%	36%

Tableau : longueur des tigelles

concentration des solutions salines	0 mM	50 mM	100 mM	150 mM
longueur des tigelles	2.36	2.33	1.26	0.29

Tableau : nombre de tigelles

nombre de tigelles	C1	C2	C3	C4
	0 mM	50 mM	100 mM	150 mM
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	2	1	0	0
6	5	4	2	0
7	7	6	3	1
8	10	11	6	2
9	12	12	8	4
10	14	14	9	4

الملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير الإجهاد الملحي على الإنبات عند نبات الحناء *Lawsonia inermis*. تم القيام بالتجربة بوضع البذور للإنبات داخل علب بتري تحتوي على جرعات متزايدة من كلوريد الصوديوم 0 mM, , 50 mM, 100mM, 150mM. بينت هذه الدراسة تأثير الإجهاد الملحي السلبي على الإنبات. هذا التأثير يتغير حسب شدة الجرعة.

الكلمات الرئيسية: الإجهاد الملحي, إنبات, *Lawsonia inermis*.

Résumé

Le but de ce travail est d'étudier l'effet du stress salin sur la germination de la plante de henné. l'étude a été réalisée en plaçant les graines à germer dans des boites de pétri contenant des concentrations croissantes en sel (NaCl) (0mM, 50mM, 100mM, 150mM). L'étude a montré que le sel a un effet dépressif sur le taux de germination. Cependant, cet effet varie en fonction de la variété et de l'intensité du stress.

Mots clé : stress salin, germination, *Lawsonia inermis*.

Abstract

The aim of this work is to study the effect of salt stress on the germination of the henna plant. The study was carried out by placing the seeds to be germinated in petri dishes containing increasing concentrations of salt (NaCl) (0mM, 50mM, 100mM, 150mM).

The study showed that salt has a depressive effect on the germination rate. However, this effect varies depending on the intensity of the stress.

Key words: salt stress, Germination, *Lawsonia inermis*.