



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعرييرج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahim B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques



## Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Agronomie

Spécialité : Amélioration des plantes

### Intitulé :

**Effet des stress abiotiques (salin et hydrique) sur la germination  
et la croissance de la lentille (*Lens culinaris* Medik).**

### Présenté par :

Belbagra thameur & kerrache sabiha

Soutenu le 11/06/2022, Devant le Jury:

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
<b>Président :</b>	M. AIT MECHEDAL Mouloud	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
<b>Encadrant :</b>	Mme. TABTI Dahbia	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
<b>Examineur :</b>	M. MAAMRI Khalifa	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.

Année Universitaire 2023/2024

## Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des photos

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction .....	1
Matériel et Méthodes.....	5
I.Matériel végétal.....	5
II.Objectif de l'étude .....	5
III.Etude au laboratoire .....	5
III.1.Préparation des solutions .....	6
III.2. Mise en place de l'expérience.....	7
III.2.1.Première partie : Effet du stress salin sur la germination .....	7
III.2.2. Deuxième partie : Effet du stress salin sur le développement des plantules .....	8
III.3. Paramètres étudiés.....	9
III.3.1. Paramètres de germination.....	9
III.3.1.1.Pourcentage de germination final (PGF).....	9
III.3.1.2. Moyenne journalière de germination(MJG) .....	9
III.3.1.3.Pourcentage réduction de la germination par rapport au témoin(PRG) .....	9
III.3.1.4.Cinétique de germination.....	10
III.3.2.Paramètres de croissance .....	10
III.3.2.1 Hauteur de la tige (HT en cm) .....	10
III.3.2.2.Longueur de la racine (LR en cm) .....	10
IV. Analyses statistiques .....	11

<b>Résultats et discussion</b> .....	<b>12</b>
<b>I.Résultats</b> .....	<b>12</b>
<b>I.1.Résultats de germination</b> .....	<b>12</b>
<b>I.1.1. Pourcentage de Germination Final (PGF)</b> .....	<b>12</b>
<b>I.1.2.Moyenne Journalière de Germination (MJG)</b> .....	<b>13</b>
<b>I.1.3.Pourcentage de réduction de la germination (PRG)</b> .....	<b>14</b>
<b>I.1.4.Cinétique de germination</b> .....	<b>16</b>
<b>I.2.Résultats de croissance</b> .....	<b>18</b>
<b>I.2.1.Hauteur de la tige (cm)</b> .....	<b>18</b>
<b>I.2.2 Longueur de la racine(cm)</b> .....	<b>20</b>
<b>II. Discussion</b> .....	<b>23</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>26</b>
<b>Références Bibliographiques</b> .....	<b>27</b>

**Annexes**

**Résumés**

## Remerciements

*Après avoir exprimé notre gratitude envers le Tout-Puissant pour nous avoir donné la force de mener à bien ce projet, nous tenons à remercier sincèrement Mme. **T**abti **D**ahbia, notre encadreur, pour son soutien, ses conseils et sa patience tout au long de la préparation de notre mémoire de fin d'études.*

*Nous adressons également nos remerciements aux membres du jury, **M**onsieur **M**aamri **K**halifa et le président Monsieur **A**it **M**echedal **M**ouloud, ainsi qu'à tous les enseignants et membres de l'équipe pédagogique de la faculté **S**NV de l'université **M**ohamed **E**lbachir **E**Ibrahimi **B**BA, et à toutes les personnes qui ont contribué à notre réflexion par leurs paroles, écrits, conseils et critiques surtout Mme **A**faf **R**ahmouni.*

*Enfin, nous exprimons notre profonde reconnaissance envers tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions également tout particulièrement les étudiants du Département des Sciences Agronomiques, spécialité amélioration des plantes, **M**aster 2. Merci pour vos bonnes connaissances, et merci pour le parcours académique.*

*Dedeece*

*Qui a dit "Je lui ai tout"*

*C'est mon diplôme, mon ange et mon âme pure, ma force et ma douce compagne, toutes deux me soutiennent **Chehaba Garmia et Gouami Zakiya**. Qu'Allah leur fasse miséricorde*

*À celui qui a orné mon nom des plus beaux titres, mon père **Tahar**, mon âme, mon amour, mon ami, je suis très fière d'être ta fille, qu'Allah te protège et te donne la santé, une longue vie et le bonheur.*

*À celle qui m'a soutenue sans limite et sans contrepartie, sans elle, mon diplôme n'aurait pas existé, ma mère **Dilmi Soraya** aimante, la bougie qui éclaire et mon paradis éternel.*

*À ceux dont on a dit "Nous renforcerons ton bras avec celui de ton frère", mes frères, mon soutien et mon refuge **Younes, Saif al-Din et Bachir**, Seigneur, protège-les pour moi et accorde-leur le bonheur.*

*À **Manel**, ma seule sœur, la tendre de mon cœur, et son mari **Samcha Abd el Moumen**, ainsi que les anges de notre famille **Salsabil, Acil et Youssef**.*

*Et à la précieuse épouse de mon frère **Imane Mouhoubi**.*

*Un grand merci à ma chère famille « **Kerrache** »*

*À celle que j'ai rencontrée pendant mes années d'études, celle qui me fait rire quand je ne peux pas **Bassma Rouibah**, mon âme qui ne se lasse pas de bavarder avec elle, ma sœur que je ne veux jamais quitter, à mon amie sincère **Ahlam Deboucha**, les plus belles sœurs qu'Allah m'ont donnée.*

*Et mon compagnon dans ce travail **Belbagra Thameur**, merci pour votre dévouement et votre fidélité dans nos mémoires.*

*Avec mes grands remerciements au l'encadreur **Tabti Dahbia** qui a contribué à la réussite de cette mémoire un grand merci.*

*Sabiha*

## *Dédicace*

*Tout d'abord, je tiens à remercier **DIEU** De m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.*

*Je tiens à dédier cet humble travail à :*

*A ma tendre mère **Fouzia** et mon très cher père **Zohir***

*A mes précieuses sœurs **Rafif et Rahaf***

*A mes frères **Yasser et Mohamed***

*Spécial dédicace à vous : **madame Tabti Dahbia***

*A mes meilleurs amis :*

***Samir, Dounia, Anouar, Khouloud , Ayoub, Ramzi, Asma et Amira***

*Et merci beaucoup à ma super partenaire **Kerrache Sabiha** dans le projet. Ton travail et ton soutien ont été incroyables*

*A Tous mes amis d'enfance et du long parcours scolaire et universitaire.*

*A Toute ma famille "**Belbagra**"*

*Tous ceux qui m'aiment et que j'aime.*

*Belbagra Thameur*

## **Liste des tableaux**

<b>Tableau 01 :</b> Nom, origine et caractéristiques des variétés .....	<b>05</b>
<b>Tableau 02 :</b> La quantité de PEG en gramme à ajouter pour 200 ml d'eau distillée pour préparer les solutions.....	<b>06</b>
<b>Tableau 03 :</b> La quantité du sel en gramme à ajouter pour 1l d'eau distillée pour préparer les solutions.....	<b>06</b>

## Liste des photos

<b>Photo 01</b> : Mise en place des graines dans les boites de pétri (l'original).....	<b>08</b>
<b>Photo 02</b> : Début de germination des graines (l'original).....	<b>08</b>
<b>Photo 03</b> : Repiquage des graines germées dans les tubes à essai (l'original).....	<b>09</b>
<b>Photo 04</b> : Mesure de la longueur de la racine et de la tige (cm) (l'original).....	<b>10</b>



## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Présentation les trois variétés de lentille	<b>5</b>
<b>Figure 02</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le PGF	<b>12</b>
<b>Figure 03</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur le PGF.	<b>12</b>
<b>Figure 04</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le PGF.	<b>13</b>
<b>Figure 05</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur le PGF	<b>13</b>
<b>Figure 06</b> : Valeurs moyennes de l'effet des interactions variété X dose sur le PGF.	<b>13</b>
<b>Figure 07</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le MJG	<b>14</b>
<b>Figure 08</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le PRG.	<b>15</b>
<b>Figure 09</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le PRG.	<b>15</b>
<b>Figure 10</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur le PRG.	<b>16</b>
<b>Figure 11</b> : Valeurs moyennes de l'effet des interactions variété X dose sur le PRG.	<b>16</b>
<b>Figure 12</b> : Cinétique de germination chez la variété Dahra sous stress salin et hydrique	<b>17</b>
<b>Figure 13</b> : Cinétique de germination chez la variété Idlib 03 sous stress salin et hydrique	<b>18</b>
<b>Figure 14</b> : Cinétique de germination chez la variété Syrie 229 sous stress salin et hydrique.	<b>18</b>
<b>Figure 15</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la Dose sur la HT.	<b>19</b>
<b>Figure 16</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la Variété sur la HT.	<b>19</b>
<b>Figure 17</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la Dose sur la HT.	<b>19</b>
<b>Figure 18</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur la HT.	<b>19</b>
<b>Figure 19</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la Dose sur la LR.	<b>20</b>
<b>Figure 20</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur la LR.	<b>20</b>
<b>Figure 21</b> : Valeurs moyennes de l'effet des interactions variété*dose sur la longueur des racines.	<b>21</b>
<b>Figure 22</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur la LR.	<b>22</b>
<b>Figure 23</b> : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur la LR.	<b>22</b>
<b>Figure 24</b> : Valeurs moyennes de l'effet des interactions variété*dose sur la longueur de racine.	<b>22</b>

## Liste des abréviations

<b>g</b>	: Gramme.
<b>cm</b>	: Centimètre.
<b>Na Cl</b>	: Chlorure de Sodium.
<b>mM</b>	: milli Mole.
<b>mm</b>	: milli litre.
<b>PEG</b>	: Poly-Ethylène-Glycol.
<b>%</b>	: Pourcentage.
<b>FAO</b>	: Food and Agriculture Organization.
<b>HT</b>	: Hauteur de tige.
<b>LR</b>	: Longueur de racine.
<b>MJG</b>	: Moyenne Journalière de Germination.
<b>PGF</b>	: Pourcentage de Germination Final.
<b>PRG</b>	: Pourcentage Réduction de la Germination par rapport au témoin

## *Introduction*

---

Les légumineuses alimentaires ont été souvent omniprésentes à travers le monde, constituant une part significative des régimes alimentaires humains et animaux (**Saxena, 1996 ; In Mabrek et Si Mohamed, 2016**). Leur consommation est très importante surtout dans les pays pauvres où elles sont considérées comme la viande des pauvres.

La famille des légumineuses est une des plus essentielles parmi les dicotylédones, fournissant un grand nombre d'espèces bénéfiques à l'homme, que ce soit pour l'alimentation, l'industrie ou la médecine. Elle occupe la deuxième place mondiale après les céréales (**Graham et Vance, 2003**). Parmi les légumineuses les plus populaires mondialement, on peut mentionner la lentille.

L'histoire de la lentille remonte aussi loin que celle de l'agriculture (**Helbeck, 1963**). En 1787, le physicien et botaniste allemand Medikus a attribué le nom scientifique *Lens Culinaris* à cette espèce (**Cubero et al., 2009**). Il est largement admis que la lentille fut l'une des premières légumineuses à être domestiquée par l'homme (**Muehlbauer et Tullu, 1997**) et est une plante annuelle, elle se reproduit par autofécondation et possède un ensemble de 14 chromosomes. La lentille est une plante herbacée qui peut être dressée, semi-dressée ou étalée. Elle possède de nombreuses branches couvertes de poils doux (**Sandhu et Singh, 2007 ; Gupta et al., 2011**). La tige est généralement mince et fortement ramifiée, avec une teinte vert clair et une hauteur comprise entre 15 et 75 centimètres (**Duke, 1981**). Les pétioles de cette plante ont une longueur comprise entre 4 et 5 centimètres et portent de 10 à 15 folioles, arrangées en 5 à 8 paires. Les feuilles supérieures se transforment en vrilles, tandis que les feuilles inférieures présentent une forme lancéolée (**Muehlbauer et al., 1985**).

Le système racinaire des lentilles se compose d'une racine principale pivotante et de racines latérales, qui supportent les nodosités formées par des bactéries fixatrices de l'azote atmosphérique. Le système racinaire pivotant de la lentille permet une meilleure exploitation de l'humidité du sol et une acquisition efficace des éléments nutritifs dans les sols secs et pauvres (**Gahoonia et al., 2005**).

Le développement de la lentille se décompose en deux étapes principales (**Schwartz et Langham, 2012**) :

- Une phase végétative englobant la croissance et la formation des feuilles.
- Une phase reproductive caractérisée par la floraison, et la production de graines.

## ***Introduction***

---

Depuis qu'elle a été domestiquée, la lentille est cultivée en alternance avec les céréales et est utilisée dans l'alimentation humaine en raison de la haute teneur en protéines et autres micronutriments de ses graines. Les graines de lentille présentent des variations de teneur en potassium allant de 242 à 290 mg/kg, tandis que la teneur en phosphore varie de 5.4 à 14.4 g/kg. Elles sont également riches en fer (54 à 505 mg/kg), en zinc (18 à 330mg/kg) et en B-carotène (200 mg/kg) (**Grusak Michael, 2009**).

La lentille joue un rôle crucial dans l'alimentation en Algérie, étant l'une des principales sources de protéines végétales disponibles localement (**Abdelguerfi et Ramdane, 2003**). La production de lentilles en Algérie demeure insuffisante pour répondre aux besoins d'une population en constante croissance. De plus, les Algériens sont de grands consommateurs de lentilles, avec une moyenne de 2,3 kg par habitant par an selon la **FAO**. Cette forte demande met en évidence l'importance de renforcer la production de lentilles pour assurer une sécurité alimentaire adéquate (**Erskine et al., 2011**). Pendant la période de 1983 à 1992, l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) a choisi six lignées dans diverses zones agroécologiques, comme indiqué par **Hamadache (2014)**.

Le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) en Algérie a soutenu la culture de la lentille depuis les années 2007-2008 (**Riah et al., 2014**).

Les plantes y compris la lentille font face à de nombreux ennemis qui entravent leur croissance et leur rendement. Parmi les plus courants, on peut citer les stress biotiques (causés par des organismes vivants tels que les parasites, les maladies et les herbivores) et les stress abiotiques (liés aux facteurs environnementaux tels que la température, l'humidité, la lumière et les sols). Ces contraintes peuvent avoir un impact significatif sur la santé et la productivité des plantes (**Ramade, 2003**).

Le stress se compose d'un ensemble de circonstances qui engendrent des modifications dans les processus physiologiques, pouvant éventuellement conduire à des dommages, des altérations, des lésions, une réduction de la croissance ou du développement (**Dutuit et al., 1994**).

Les stress biotiques de la lentille sont principalement provoqués par des agents pathogènes tels que *Uromyces viciae-fabae*, *Ascochyta lentis*, *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium solani* et *Fusarium oxysporum*, responsables respectivement de la rouille, de l'ascochyta blight, de l'anthracnose, de la pourriture racinaire et du flétrissement vasculaire, entraînant ainsi des pertes de rendement (**Muehlbauer et al., 2006**).

## *Introduction*

---

Le stress abiotique désigne les facteurs non vivants qui ont un impact négatif sur les organismes vivants. Bien que les animaux puissent également être affectés par ce type de stress, les plantes sont particulièrement vulnérables. En effet, contrairement aux animaux, les plantes ne peuvent pas se déplacer vers un environnement moins stressant. Les contraintes abiotiques incluent diverses conditions telles que la chaleur, le froid, l'excès de lumière, le rayonnement UV-B, l'excès d'eau, la salinité, la sécheresse, les blessures causées par les pratiques culturales, ainsi que l'exposition à l'ozone et le choc osmotique. Il est estimé que 90 % des terres arables sont soumises à ces contraintes. Parmi elles, on retrouve notamment l'excès de salinité (stress salin) et le déficit d'eau (stress hydrique) (**Dita *et al.*, 2006**).

La salinité joue un rôle essentiel dans la croissance et le métabolisme des plantes (**Vaidyanathan, 2003**). En effet, les niveaux élevés de sel dans la rhizosphère induisent un stress chez les plantes en raison de la pénurie d'eau et de la toxicité des ions, le terme "stress salin" est principalement utilisé pour décrire un excès d'ions dans le sol notamment les ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ , (**Hopkins, 2003 ; Laredj-Zazou, 2013**)

Selon **Mermoud, (2006)**, la salinisation est le phénomène par lequel les sels s'accumulent à la surface du sol et dans la zone racinaire, provoquant des effets néfastes sur les plantes et le sol. Cela entraîne une baisse des rendements agricoles et, à long terme, peut conduire à la stérilisation du sol.

Le stress salin a des effets néfastes sur les enzymes qui jouent un rôle crucial dans la germination des graines. Plus précisément, il entraîne une diminution de l'activité de certaines enzymes, notamment la polyphénol oxydase, l'amylase et la peroxydase. Ces enzymes sont impliquées dans diverses fonctions physiologiques de la graine pendant la germination. L'étude menée par **Khemiri *et al.* (2004)** a mis en évidence ces perturbations enzymatiques causées par le stress salin. Il existe deux types de stress salin : le stress osmotique, qui réduit l'absorption d'eau par la plante, la rendant ainsi sensible aux effets du stress hydrique, il y a également un stress ionique associé à la toxicité des ions tels que le sodium et le chlore, ce qui entraîne l'effet du stress ionique. En d'autres termes, l'augmentation de la salinité entraîne une réduction du potentiel hydrique et osmotique des plantes (**Romeroaranda *et al.*, 2001 : In Parida et Das, 2005**).

Le stress hydrique se classe parmi les principaux facteurs de stress environnemental, ayant un impact significatif sur la productivité agricole à l'échelle mondiale (**Boyer, 1982**). Le stress hydrique peut être décrit comme la relation entre la quantité d'eau requise pour la

## *Introduction*

---

croissance des plantes et la quantité d'eau disponible dans leur environnement, la réserve d'eau utile est essentielle pour la santé des plantes, elle représente la quantité d'eau stockée dans le sol qui est accessible aux racines de la plante (**Laberche, 2004**). Le stress hydrique se manifeste lorsque la plante subit une restriction d'eau, entraînant une diminution de son potentiel en raison d'une perturbation de ses processus physiologiques. Cette perturbation est causée par un déficit de consommation en eau (**Mouhouche et Boulassel, 1997**).

Le stress hydrique survient lorsque la demande en eau excède la quantité disponible pour une période donnée ou lorsque sa qualité insatisfaisante restreint son utilisation (**Madhava Rao et al., 2006**).

La croissance des lentilles est souvent soutenue par l'humidité résiduelle du sol dans les régions arides et semi-arides, ou les sécheresses en fin de cycle entraînent des pertes de rendement importantes. Dans les régions semi-arides où les périodes de manque d'eau en fin de cycle sont fréquentes, les rendements élevés sont liés à une croissance rapide et vigoureuse des plantes, une floraison précoce, une prolongation de la période de floraison, un remplissage prolongé des graines, un nombre élevé de gousses et un indice de récolte élevé (**Shrestha et al., 2006 ; Mhammedi, 2004**). Les caractéristiques des racines telles que la longueur de la racine principale et le nombre de racines latérales sont des indicateurs de la tolérance à la sécheresse (**Gahoonia et al., 2005**).

Etant donné l'importance des deux types de stress mentionnés en haut, notre objectif est d'analyser leur impact sur la germination et la croissance des jeunes plants de lentilles.

## I. Matériel végétal

Le matériel végétal se compose de trois variétés de lentilles (**Figure 01**). Les noms et les origines de ces variétés testées sont répertoriés dans le **tableau 01**.

**Tableau 01** : Nom, origine et caractéristiques des variétés

Variété	Origine	Caractéristiques
Idlib-3	ICARDA	Microsperma, précoce avec de bons rendements, résistante à la verse et au flétrissement vasculaire et tolérante à la sécheresse
Dahra	Sélection locale (ITGC)	Macrosperma, précoce et sensible à la rouille. Elle est adaptée aux conditions climatiques défavorables.
Syrie 229	ICARDA	Microsperma avec des grains ronds, semi-précoce à un port dressé et des grains de couleur jaune vert. Elle est tolérante aux gelées hivernales. Son rendement est moyen.

Source : Gaad, 2018 ; El ashkar *et al.*, 2004)



**Figure 01** : Les variétés de lentille utilisées

## II. Objectif de l'étude

L'objectif du travail est d'étudier les effets des stress abiotiques (hydrique et salin) sur la germination et la croissance au stade juvénile de la lentille (*Lens culinaris Medik.*)

## III. Etude au laboratoire

Le travail a été effectué au laboratoire 104 de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre de l'Université Mohamed El Bachir El Ibrahimy (Bordj Bou Arréridj).

### III.1. Préparation des solutions

Dans notre expérience, de l'eau distillée a été utilisée comme témoin pour évaluer les effets du stress hydrique et salin sur nos échantillons.

Pour induire le stress hydrique, des solutions contenant différentes concentrations de PEG (Polyéthylène glycol 6000), qui est un agent osmotique, ont été préparées. Pour se faire, le PEG a été ajouté à l'eau distillée et agité jusqu'à obtenir une solution homogène (**Tableau 02**). Ces solutions ont ensuite été séparées et conservées dans des bouteilles individuelles, chacune étiquetée avec la concentration respective de PEG : 10%, 20% et 30%.

**Tableau 02** : La quantité de PEG en gramme à ajouter pour 200 ml d'eau distillée pour préparer les solutions.

Concentration de PEG	Quantité de PEG (g)
10%	20g
20%	40g
30%	60g

Pour le stress salin, des solutions salines ont été préparées en utilisant du sel (Na Cl) à différentes concentrations, dans le but d'induire différents niveaux de stress salin dans nos échantillons. Le NaCl a été ajouté à l'eau distillée et agité jusqu'à ce qu'il se dissolve complètement, formant ainsi des solutions homogènes. Ces solutions ont ensuite été séparées et conservées individuellement dans des bouteilles d'une contenance de 1 litre, chacune étant étiquetée avec sa concentration respective en sel. Nous avons utilisé quatre concentrations différentes pour couvrir une gamme de niveaux de stress salin (**Tableau 03**).

**Tableau 03** : La quantité du sel en gramme à ajouter pour 1l d'eau distillée pour préparer les Solutions.

Concentrations de Na Cl en mM	Quantité de Na Cl g/1L
0mM	0g
50mM	2.922 g
100mM	5.844g
150mM	8.766g
200mM	11.688g



### **III.2. Mise en place de l'expérience**

Notre étude s'est déroulée en deux étapes distinctes. Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés à l'effet du stress salin et hydrique sur la germination des graines. Cela nous a permis d'évaluer comment ces deux facteurs environnementaux influencent le processus initial de germination et de développement des plantes à partir des graines. Dans un second temps, nous avons examiné l'impact du stress salin et hydrique sur la croissance des plantules. Cette phase de l'étude nous a permis d'observer comment ces mêmes facteurs environnementaux affectent la croissance et le développement ultérieur des plantules déjà germées, fournissant ainsi des informations supplémentaires sur leur tolérance et leur capacité d'adaptation à des conditions de stress. En divisant notre travail en deux phases distinctes, nous avons pu obtenir des données complètes sur les effets combinés du stress salin et hydrique sur différentes étapes du cycle de vie des plantes, ce qui nous a permis d'approfondir notre compréhension de leur réponse aux conditions environnementales adverses.

#### **III.2.1. Première partie : Effet du stress salin et hydrique sur la germination**

Les graines au nombre de 600 de chaque variété de lentille ont été désinfectées à l'eau de javel 05%, puis rincées abondamment à l'eau distillée. Les graines ont été mises dans des boîtes de Pétri, en ensemençant 25 graines pour chacune des trois variétés de lentilles choisies (**Photo 01**), chaque traitement est répété trois fois.

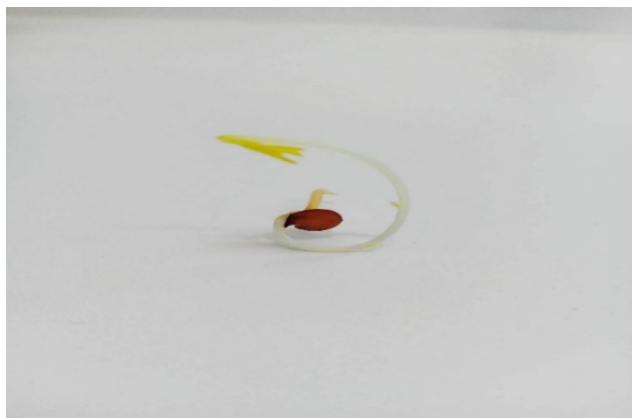
Dans notre protocole expérimental, les boîtes de Pétri ont été préparées en tapissant le fond de chacune avec une couche de papier filtre. Ce papier filtre a été humidifié avec 5 ml d'eau distillée pour le groupe témoin, tandis que pour les groupes soumis aux conditions de stress hydrique et salin, il a été humidifié avec 5 ml de l'une des solutions préparées à cet effet. Les arrosages ont été effectués chaque jour.

Pendant toute la durée de l'expérience, soit 10 jours, un suivi régulier a été effectué, avec des observations enregistrées toutes les 24 heures. Cette méthodologie nous a permis de surveiller de près la germination des graines ainsi que leur développement sous différentes conditions de stress hydrique et salin, fournissant ainsi des données précieuses pour notre analyse ultérieure.

La germination a été définie le moment où la radicule émerge des téguments de la graine (**Photo 02**). L'essai a été considéré comme terminé lorsque, après deux comptages successifs réalisés à intervalles de 24 heures, aucune germination supplémentaire n'a été enregistrée.



**Photo 01** : Mise en place des graines dans les boîtes de pétri (l'original).



**Photo 02** : Début de germination des graines (l'original).

### **III.2.2. Deuxièmes parties : Effet du stress salin et hydrique sur la croissance**

Des graines de chaque variété ont été désinfectées en les trempant dans une solution de l'eau de javel diluée à 05% pendant 5 minutes puis rincées abondamment à l'eau distillée. Ces graines ont été mises pour la germination dans des boîtes de pétri tapissées du papier filtre et humidifiées en utilisant l'eau distillée.

Après 48 heures, les graines germées ont été repiquées dans des tubes à essai à raison d'une graine par tube (**Photo 03**). Sept tubes ont été utilisés par variété et par dose.



**Photo 03 :** Repiquage des graines germées dans les tubes à essai (l'original)

Les tubes ont été préparés avec un morceau de coton de 2 cm inséré à leur ouverture. Ce coton servait de support aux graines. Le niveau des solutions a été constamment vérifié. L'expérience s'est conclue après une période de 10 jours.

### **III.3. Paramètres étudiés**

#### **III.3.1. Paramètres de germination**

##### ***III.3.1.1. Pourcentage de germination final (PGF)***

Il s'agit de la proportion de graines qui ont germé au jour  $X^{ième}$  de l'expérience, le pourcentage de graines germées par rapport au nombre total de graines mises à germination a été déterminé (Ouhddach et al.2014).

$$PGF = (\text{Nombre de graines germées} / \text{Nombre de graines mises à germination}) * 100$$

##### ***III.3.1.2. Moyenne journalière de germination (MJG)***

La moyenne journalière de germination se calcule comme suit :

$$MJG = PGF / X^{ième} \text{ jour de l'essai}$$

Le  $X^{ième}$  jour de l'essai correspond au jour où le nombre de germinations atteint son pic pour chaque répétition.

##### **III.3.1.3. Pourcentage réduction de la germination (PRG) par rapport au témoin**

D'après Ouhddach et al. (2014) :

$$PRG = 100 * [1 - (N_x / N_0)]$$

Avec : le nombre de graines germées avec le traitement X est représenté par  $N_x$ , tandis que  $N_0$  désigne le nombre de graines germées chez le témoin.

#### ***III.3.1.4. Cinétique de germination***

L'objectif est de déterminer quotidiennement la vitesse de germination pour chaque concentration de stress (hydrique et salin). Chaque jour, elle se manifeste à travers le nombre de graines qui ont germé. La cinétique de germination est une courbe qu'illustre le processus de germination d'un lot de semences dans des conditions spécifiques. Elle représente l'évolution des pourcentages cumulés de germination en fonction du temps. Cette analyse est basée sur les taux cumulés de graines germées, reflétant ainsi la variation des taux de germination au fil du temps, exprimé en jours, dans diverses conditions de traitement testées. Les courbes de germination fournissent une vision complète de l'évolution de la germination d'un lot de semences soumis à des conditions définies. En somme, elles permettent de suivre comment la germination progresse au fil du temps et comment elle est influencée par les facteurs environnementaux et les traitements appliqués.

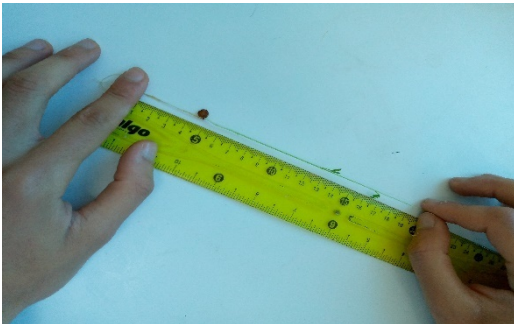
### **III.3.2. Paramètres de croissance**

#### ***III.3.2.1. Hauteur de la tige (HT en cm)***

Après environ dix jours, on procède à la mesure de la hauteur des tiges en utilisant une règle graduée. Cette mesure s'étend du collet de la plante jusqu'à son sommet (**photo 04**).

#### ***III.3.2.2. Longueur de la racine (LR en cm)***

Les racines ont été mesurées à l'aide d'une règle graduée depuis le collet jusqu'à leur extrémité pour déterminer leur longueur. Ainsi, on peut évaluer la longueur totale des racines de manière fiable (**photo 04**).



**Photo 04** : Mesure de la longueur de la racine et de la tige (cm) (l'original).

#### **IV. Analyses statistiques**

L'analyse de la variance (ANOVA) a été utilisée pour examiner toute différence statistique entre les facteurs étudiés (la variété, le stress hydrique et le stress salin) et la variable quantitative principale étudiée. Les paramètres démontrant des différences significatives ont ensuite été soumis à des comparaisons multiples de moyennes en utilisant le test post hoc LSD de Fisher, afin d'identifier les groupes qui présentent une homogénéité au seuil de 5 %. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel STATISTICA version 06.

## Résultats et discussion

### I. Résultats

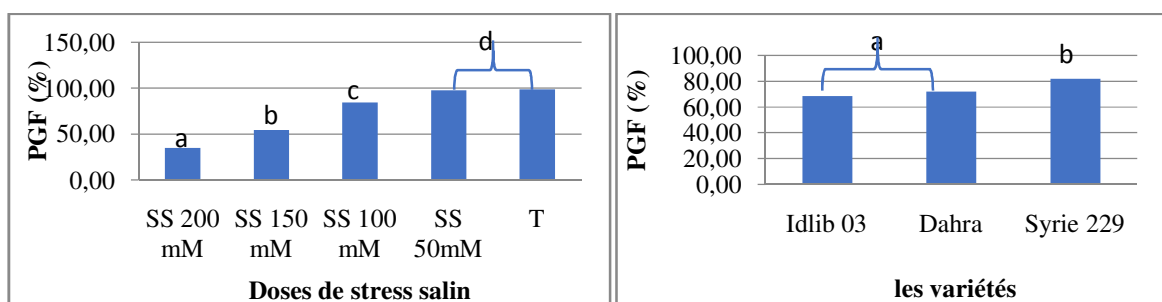
#### I.1. Résultats de germination

##### I.1.1. Pourcentage de Germination Final (PGF)

Pour le stress salin, l'analyse de la variance (ANOVA) révèle une différence très hautement significative ( $p < 0,001$ ) entre les niveaux de salinité testés et une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les trois variétés de lentilles étudiées et aucune différence significative n'a été enregistrée entre les interactions doses  $\times$  variétés ( $P > 0,05$ ) (**Annexe 01**).

Pour le facteur doses, le pourcentage de germination final (PGF) le plus élevé a été enregistré chez le témoin (98,66 %), tandis que le plus bas a été observé avec la dose de stress salin de 200 mM (35,11 %) (**Figure 02, Annexe08**). En ce qui concerne le facteur variétés, le PGF le plus élevé a été observé avec la variété Syrie 229 (81,86 %), tandis que le plus bas a été enregistré avec la variété Idlib-3° (68,26 %) (**Figure 03, Annexe 07**).

Les résultats de l'analyse Post Hoc (LSD de Fisher) montrent que pour les doses, il y a quatre groupes homogènes, tandis que pour les variétés, il y en a deux (**Figure 02 et 03**).



**Figure02** : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le PGF

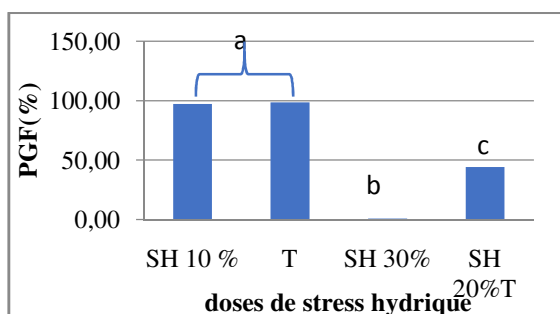
**Figure 03** : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur le PGF.

Pour le stress hydrique, les résultats de l'analyse de la variance indiquent qu'il y a une différence très hautement significative ( $p < 0,001$ ) entre les doses et une différence hautement significative ( $p < 0,01$ ) entre les variétés étudiées et les interactions doses\*variétés.

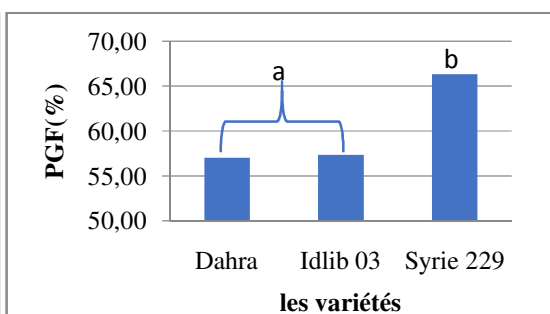
Les résultats de l'analyse par le test LSD a fait ressortir trois groupes homogènes pour les doses et deux groupes homogènes pour les variétés et quatre groupes pour les interactions variété \*dose (**Figure 04, 05 et 06**).

## Résultats et discussion

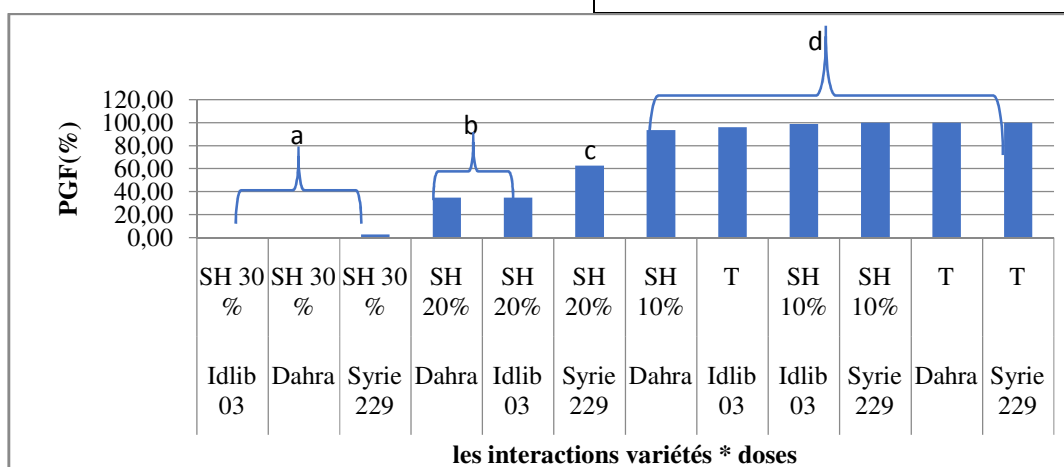
Pour le facteur dose, le PGF le plus élevé a été obtenu chez le témoin (98,66 %) et le plus faible (0,88 %) avec la dose SH 30% (**Figure 04, Annexe 10**). Pour le facteur variété, le PGF le plus élevé a été obtenu chez la variété Syrie 229 (64,33 %) et le plus faible (57,00 %) avec la variété Idlib03 (**Figure 05, Annexe 11**). Le PGF le plus élevé a été révélé chez l'interaction témoin\*Syrie 229 et Dahra (100%) et le PGF le plus faible (0%) a été enregistré chez les variétés (Idlib 03 et Dahra\*dose SH 30%) (**Figure 6**).



**Figure 04** : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le PGF



**Figure 05**: Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur le PGF



**Figure 06** : Valeurs moyennes de l'effet des interactions variétés X doses sur le PGF.

### I.1.2. Moyenne Journalière de Germination (MJG)

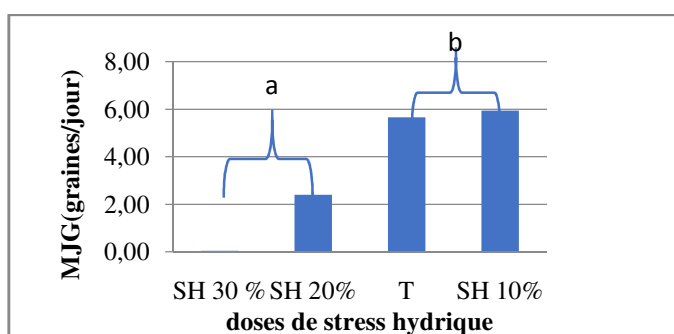
Pour le stress salin, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les facteurs étudiés (doses et variétés) ni entre les interactions ( $p > 0,05$ ).

## Résultats et discussion

Pour le stress hydrique, les résultats de l'analyse de la variance indiquent qu'il y a une différence très hautement significative ( $p < 0,001$ ) entre les doses de stress hydrique. Cependant, aucune différence n'a été enregistrée entre les variétés et entre les interactions variétés\*doses ( $p > 0,05$ ).

Pour le facteur dose, les moyennes journalières de germination sont toujours plus élevées chez la dose de stress de 10% (5,93graines/jour) et la plus faible (0,03 graines/jour) avec la dose de stress de 30 % (**Figure 07, Annexe 13**).

L'analyse par le test LSD de Fisher a révélé deux groupes homogènes pour le facteur doses.



**Figure 07** : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le MJG

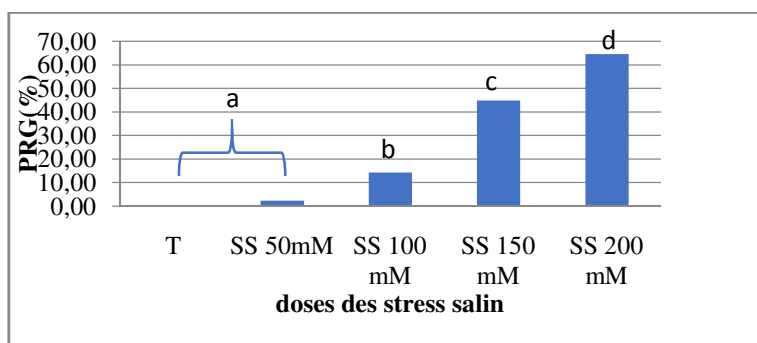
### 1.1.3. Pourcentage de réduction de la germination par rapport au témoin (PRG)

Pour le stress salin, les résultats de l'analyse de la variance indiquent qu'il y a une différence très hautement significative ( $p < 0,001$ ) entre les doses de salinité. Par contre, aucune différence n'a été enregistrée entre les variétés ni entre les interactions ( $P > 0,05$ ). Le test LSD de Fisher a révélé quatre groupes homogènes pour le facteur doses (**Figure 08**).

Pour le facteur dose, le pourcentage de réduction de la germination est plus élevé chez la dose 200 mM (63,58%) et le plus faible a été enregistrée chez le témoin (0,00%) (**Figure 08, Annexe 09**).



## Résultats et discussion



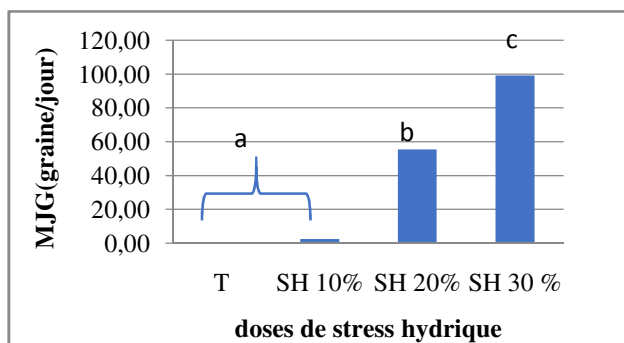
**Figure08** : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le PRG.

Pour le stress hydrique, les résultats de l'analyse de la variance indiquent qu'il y a une différence significative entre les variétés étudiées ( $p < 0,05$ ), une différence très hautement significative ( $p < 0,001$ ) entre les doses, et une différence hautement significative ( $p < 0,005$ ) entre les interactions variétés\* doses.

Le test Post-Hoc pas LSD Fisher a révélé trois groupes homogènes pour le facteur doses, deux pour le facteur variétés et quatre pour les interactions variétés\*doses (**Figure 09, 10 et 11**).

Pour le facteur dose, le PRG le plus élevé a été obtenu avec la dose SH 30 % (99,11 %) et le plus faible chez le témoin (00 %) (**Figure 09, Annexe 14**). Pour le facteur variété, le PRG le plus élevé a été obtenu chez la variété Dahra (43,00 %) et le plus faible (33,66%) avec la variété Syrie 229 (**Figure 10**).

Le PRG le plus élevé a été révélé chez l'interaction Idlib 03 et Dahra\*doses SH 30% (100%) et le plus faible (0%) a été enregistré chez les interactions Idlib 03, Dahra et Syrie 229\*le témoin et Syrie \* SH 10%) (**Figure 11, Annexe 16**).



**Figure 09** : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le PRG

## Résultats et discussion

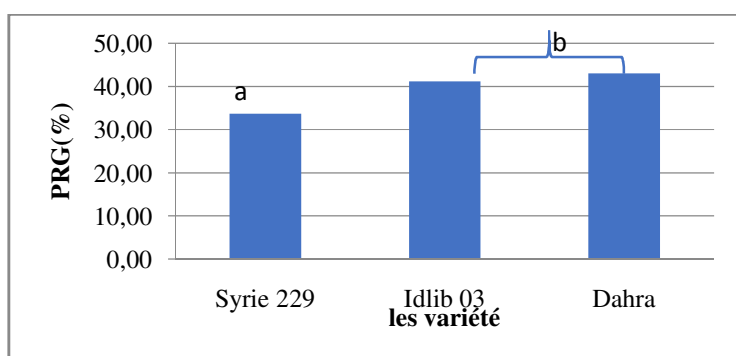


Figure 10 : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur le PGF

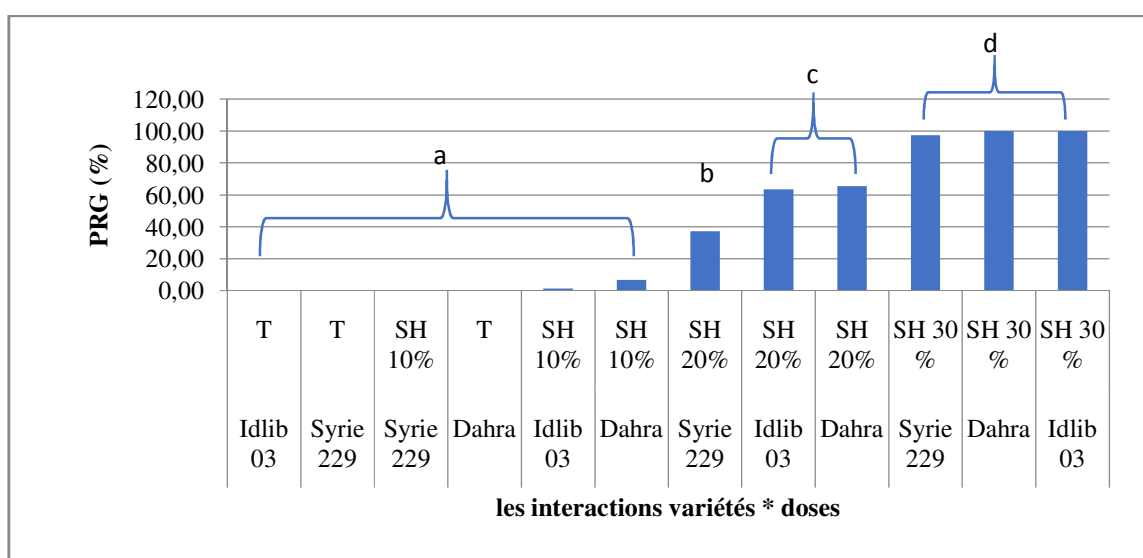


Figure 11 : Valeurs moyennes de l'effet des interactions variétés\*doses sur le PRG.

### 1.1.4. Cinétique de germination

Les courbes de germination révèlent trois phases distinctes. La première est une phase de latence où le taux de germination reste bas, ce qui est nécessaire pour que les premières germinations apparaissent. Cette phase varie en durée en fonction des concentrations de NaCl et de PEG. Ensuite, il y a une phase d'accélération où le taux de germination augmente rapidement avec le temps jusqu'à atteindre un pourcentage final de germination et enfin une troisième phase caractérisée par un palier indiquant un arrêt de germination. Avec l'augmentation de la salinité,

## Résultats et discussion

l'allure de cette courbe change dans le sens d'un étirement, ce qui entraîne un retard et un ralentissement de la vitesse de germination. En comparant les deux stress, on observe un taux de germination plus élevé sous stress salin que sous stress hydrique, indiquant que les plantes sont plus tolérantes à la salinité qu'à la sécheresse.

La capacité germinative diminue pour toutes les variétés étudiées, mais à des degrés différents selon l'espèce et le stress appliqué. La capacité germinative diminue à mesure que le stress augmente en raison de l'altération des enzymes et des hormones présentes dans la graine (Mrani Alaoui *et al.*, 2013 in Benhizia et Bechane (2022)).

Les figures 12 à 14 illustrent la cinétique de germination pour différentes variétés sous différents stress. Elles montrent généralement trois phases distinctes : une phase de latence, une phase d'accélération et une phase stationnaire indiquant la fin de la germination.

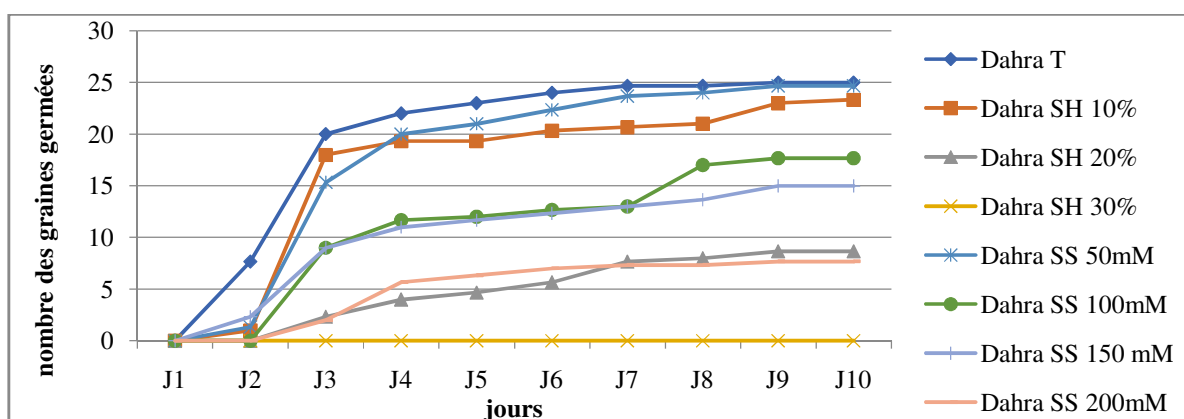


Figure 12 : Cinétique de germination chez la variété Dahra sous stress salin et hydrique

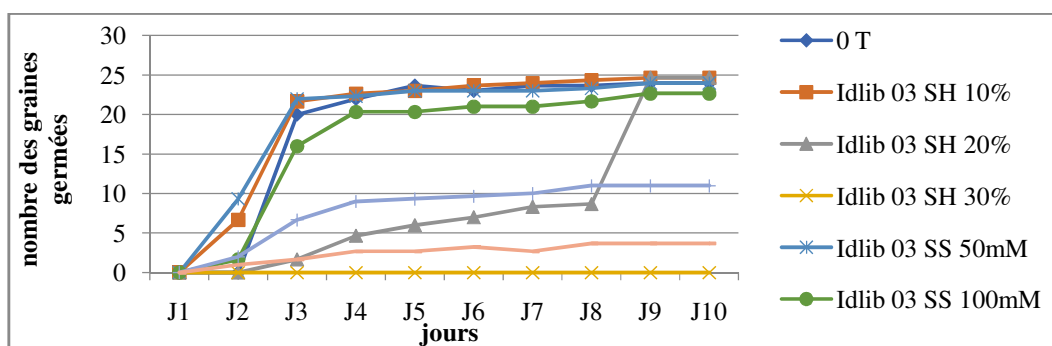
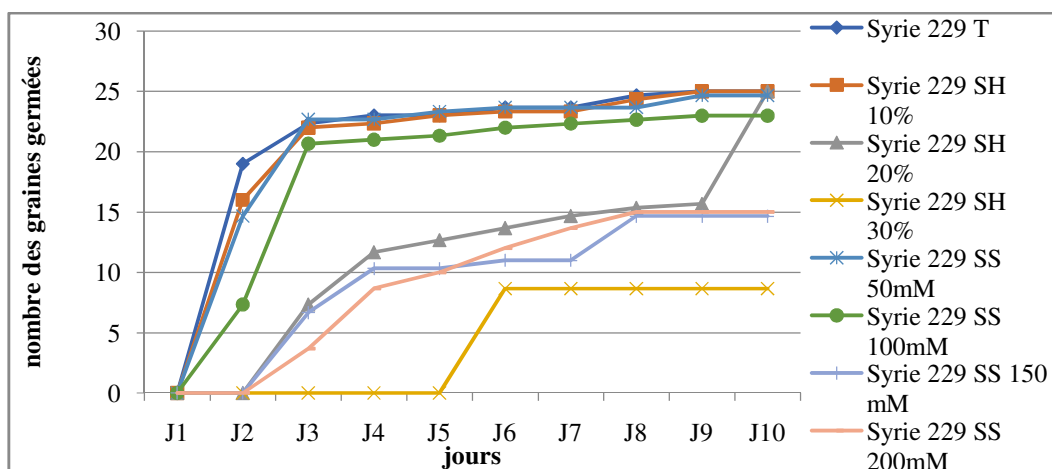


Figure 13 : Cinétique de germination chez la variété Idlib 03 sous stress salin et hydrique

## Résultats et discussion



**Figure 14 :** Cinétique de germination chez la variété Syrie 229 sous stress salin et hydrique

### I.2. Résultats de croissance

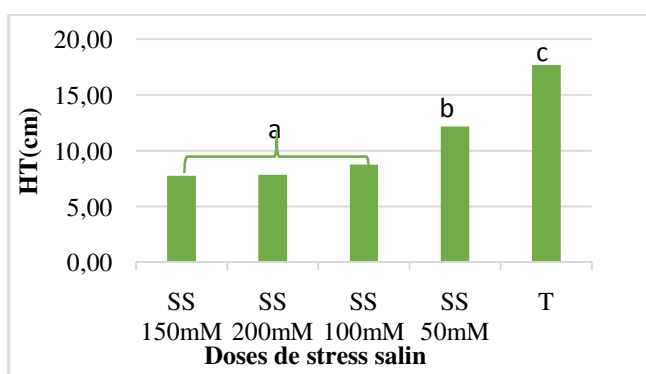
#### I.2.1. La hauteur de la tige (HT)

Pour le stress salin, l'analyse de la variance (ANOVA) a révélé un effet très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) entre les variétés et entre les doses de stress salin. Cependant aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'est enregistrée entre les interactions variétés\*doses de NaCl.

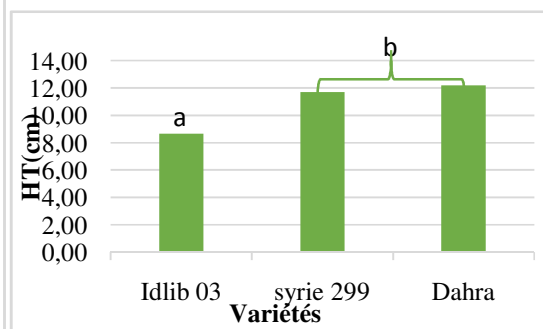
L'analyse post-hoc (LSD de Fisher) a révélé deux groupes homogènes pour le facteur variété et trois groupes pour le facteur doses (Figure 15 et 16) (Annexe 17, 21, 22).

Pour le facteur variété, la hauteur de la tige la plus élevée a été enregistrée par la variété Dahra (12,18 cm) et la plus faible par la variété Idlib 03 (8,65 cm). Pour le facteur doses, la hauteur de la tige la plus élevée a été enregistrée par la dose du témoin (17,68 cm) et la plus faible par la dose 150 mM (7,77 cm).

## Résultats et discussion



**Figure 15 :** Valeurs moyennes de l'effet de la Dose sur le HT.

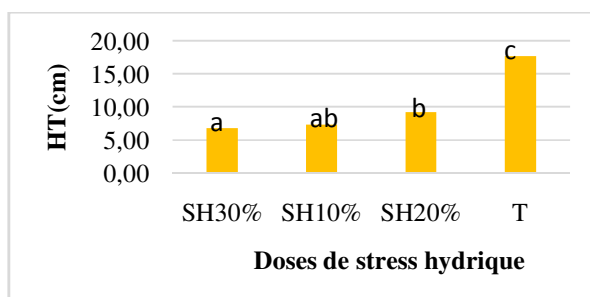


**Figure 16 :** Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur la HT.

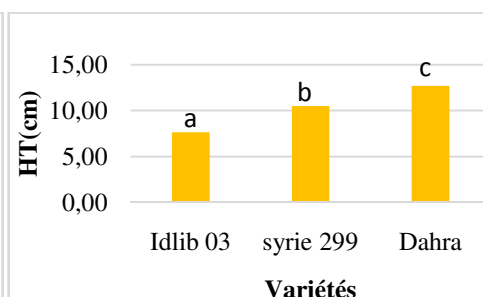
Pour le stress hydrique, les résultats de l'analyse de la variance indiquent une différence très hautement significative ( $p < 0,001$ ) observée entre les variétés et les doses du stress et aucune différence significative entre les interactions variétés\*doses. La valeur la plus élevée de hauteur de tige a été enregistré avec la variété DAHRA (12,7cm), tandis que la valeur la plus faible était chez Idlib 03 (7,62cm). En ce qui concerne le facteur dose de PEG, la valeur la plus élevée a été enregistré chez le témoin (17,68cm) et la plus faible chez la dose 30 % de PEG (6,83cm).

L'interaction variété\*dose de PEG qui a enregistré la plus haute hauteur de tige (21cm) était DAHRA\*Témoin, et la plus basse hauteur de tige (4,7cm) était Idlib 03\*30%

Les résultats du test post hoc (LSD de Fisher) ont révélé la formation de trois groupes chevauchants en fonction de la dose et trois groupes homogènes en fonction des variétés (Figure 17et 18) (Annexe18, 26, 27).



**Figure 17 :** Valeurs moyennes de l'effet de la Dose sur la HT.



**Figure 18 :** Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur la HT.

## Résultats et discussion

### I.2.2. La longueur de la racine (LR)

Pour le stress salin, les résultats de l'analyse de la variance ont montré une différence très hautement significative ( $p < 0,01$ ) entre les doses de stress salin et entre les variétés. De plus, il a été observé une différence hautement significative pour l'interaction entre la variété et la dose ( $p < 0,01$ ).

La longueur de racine la plus élevée a été enregistrée par Dahra (5,44cm), tandis que la valeur la plus faible était obtenue par Idlib 03 (3,16cm), pour le facteur de dose de NaCl, la valeur la plus élevée a été obtenue à la dose de 150 mM (6,46cm) et la dose la plus faible chez la dose de 100 mM (3,33cm). Les réactions qui ont enregistré la longueur de racine (LR) le plus élevée sont Dahra\*150mM (9,68cm) et le plus bas chez Idlib 03 \*50 mM (2,44cm).

Les résultats du test post hoc (LSD de Fisher) ont identifié quatre groupes homogènes selon les doses et deux groupes selon les variétés et cinq pour les interactions (Figure 19 et 20 et 21) (Annexe 19, 23, 24, 25).

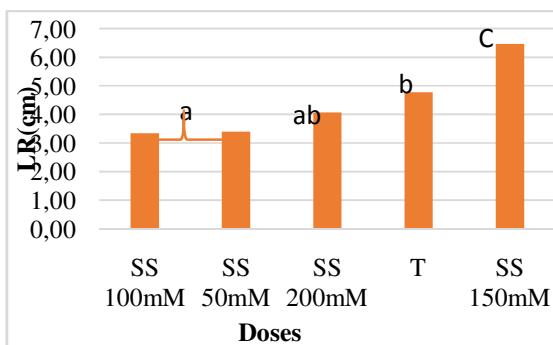


Figure 19 : Valeurs moyennes de l'effet de la Dose sur la LR.

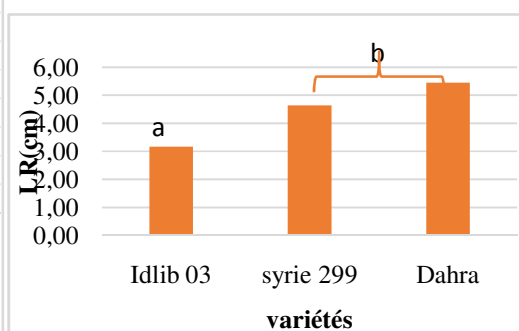


Figure 20 : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur la LR.

## Résultats et discussion

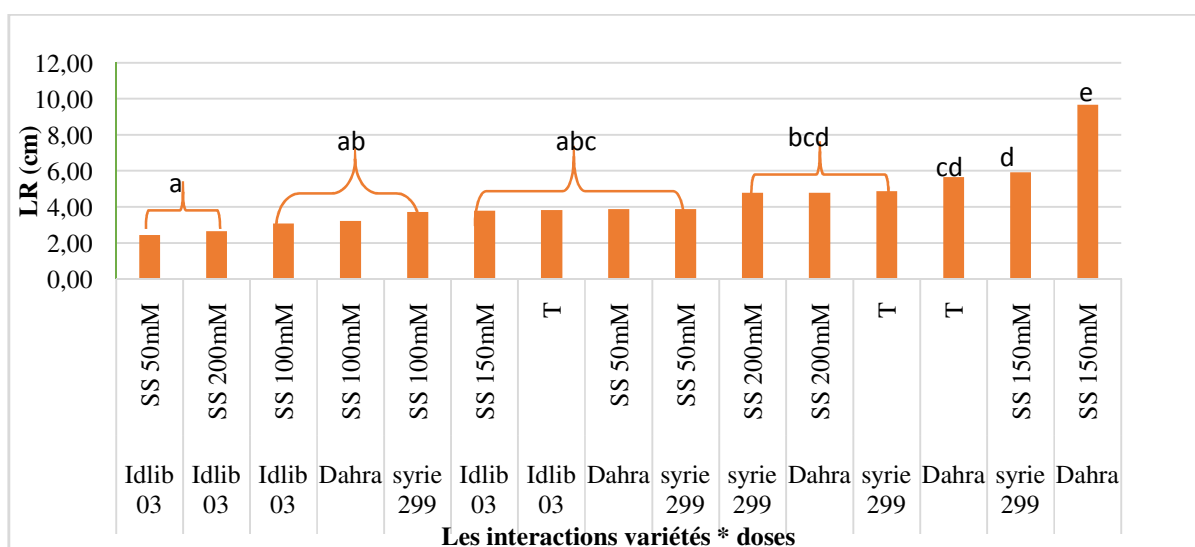


Figure 21 : Valeurs moyennes de l'effet des interactions variété\*dose sur la longueur des racines.

Pour le stress hydrique, les résultats de l'analyse de variance ont révélé une très hautement différence significative entre les variétés, avec des doses enregistrées ( $p < 0,01$ ) et pour les interactions enregistrées ( $p < 0,001$ ). En ce qui concerne le facteur variété, le plus valeur de longueur des racines a été enregistré avec la variété Syrie 229 (4,76cm), et le plus faible avec Idlib 03 (3,03cm). D'autre part, la longueur des racines la plus élevée a été obtenue avec le témoin (4,78cm), tandis que la plus faible avec une dose de 10 % de PEG (3,48cm).

L'interaction variété \* dose de NaCl qui adonné la longueur de racine la plus élevée était Dahra \* Témoin (5,64cm), et la plus faible était avec Idlib 03 \* 10 % (1,94cm).

Les résultats du test post hoc ont identifié deux groupes homogènes pour les différentes doses testées et trois pour les variétés utilisées et six groupes chevauchants pour les interactions (Figure 22 et 23 et 24) (Annexe20, 29, 30, 31).

## Résultats et discussion

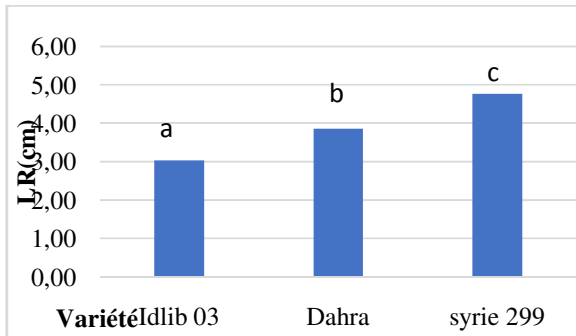


Figure 22 : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur la LR.

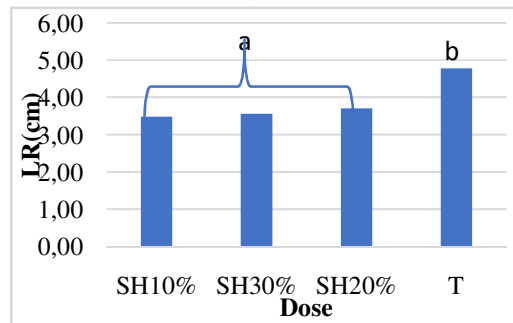


Figure 23 : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur la LR.

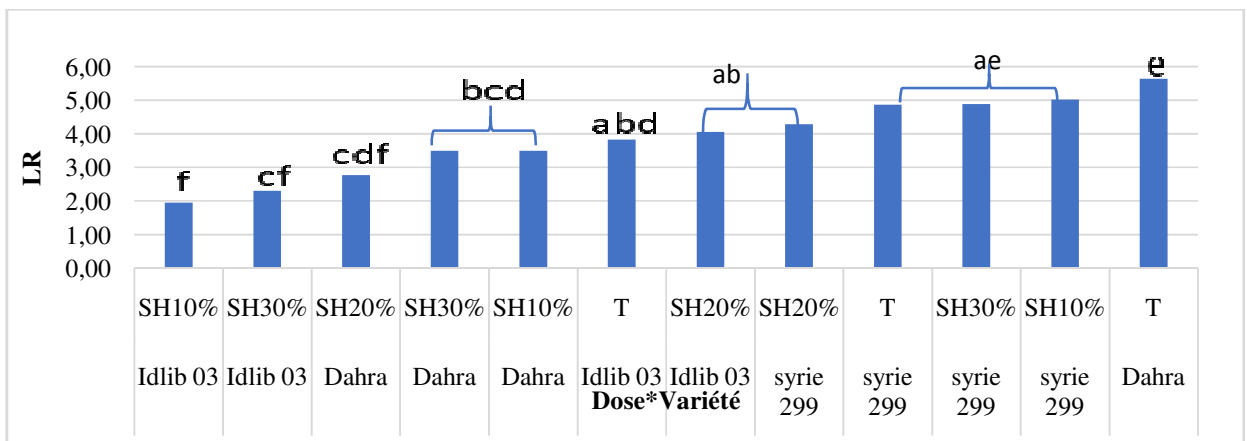


Figure 24 : Valeurs moyennes de l'effet des interactions variété\*dose sur la longueur des racines.



### **II. Discussion**

La germination est influencée à la fois par les traits génétiques des plantes et par les conditions environnementales. Selon **Ndaur et Danthu (1998)**, parmi ces facteurs environnementaux, la disponibilité et la qualité de l'eau dans le milieu de germination sont des paramètres cruciaux qui affectent le déroulement des étapes de la germination. D'autre part, il a été démontré l'impact du chlorure de sodium sur le comportement de germination des lentilles, révélant que la salinité affecte la germination. La présence de sel diminue la capacité osmotique, ce qui peut retarder l'absorption de l'eau et la prise en charge des éléments nutritifs essentiels pour la germination. Nos résultats correspondent à ceux de l'étude menée par **Nait Seghir (2021)** qui a observé une diminution du taux de germination final avec l'augmentation du stress

Les résultats de notre étude sur la cinétique de germination confirment les conclusions de **Nait Seghir (2021)**, démontrant que l'augmentation de la concentration en sel retarde la germination. Ces résultats concordent également avec ceux de **d'Amouri et al. (2015)**, qui ont observé un ralentissement similaire du processus de germination et la même chose pour les résultats de **Benhizia et Bechane (2022)**.

Il a été démontré que les taux moyens de germination quotidienne diminuent de manière significative avec l'augmentation de la concentration de chlorure de sodium. Cette observation peut s'expliquer par la présence de salinité qui entrave l'absorption facile de l'eau, ce qui rend plus difficile l'hydratation des graines en raison de l'augmentation de la capacité osmotique (**Nait Seghir, 2021**). Ensuite, par l'intoxication des graines résultant de l'absorption de sel provenant du milieu environnant.

Le stress dû à la salinité ralentit le processus de germination, parfois sans différence apparente dans le pourcentage de graines germées, même avec des traitements salins allant du faible à l'extrême. Il a été également observé que pendant la phase de germination, il se produit une répartition d'ions potentiellement toxiques ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) ainsi que d'ions essentiels ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) respectivement dans le péricarpe (**Läuchli et Grattan, 2007**),.

Dans notre recherche, on a observé une diminution de la germination et de la croissance en hauteur des plants en lien avec l'accroissement de l'impact du stress salin, comme cela a été constaté pour les cultures céréalières (**Atak et al., 2006**). Cela suggère que l'augmentation de

## ***Résultats et discussion***

---

l'impact du stress salin peut entraîner une réduction de l'efficacité de la germination et de la croissance des plantes, soulignant ainsi l'importance de contrôler les niveaux de salinité dans l'environnement agricole pour améliorer les performances des cultures.

D'un autre côté, en se basant sur les résultats des longueurs des racines primaires, il a été confirmé l'existence d'une corrélation négative significative entre le volume du système racinaire et l'intensité du stress appliqué. Cette diminution de volume reflète une inhibition de la croissance due à une faible disponibilité en eau et à une ramification affaiblie du système racinaire. Par ailleurs, les mêmes conclusions mentionnées par **Brun (1980)** indiquent qu'un excès de sel dans la zone racinaire entraîne la croissance de plantes de petite taille.

Ces études mettent en évidence l'impact néfaste de la salinité sur le développement des lentilles. En effet, l'étude menée par (**Ouji et al., 2015**) a démontré que la salinité conduit à une réduction de la longueur des racines. Cette constatation souligne l'effet préjudiciable de la présence de sel dans le sol sur la croissance des lentilles, car une diminution de la longueur des racines peut compromettre la capacité de la plante à absorber l'eau et les nutriments nécessaires à sa croissance optimale.

De même, une étude menée par **Teggar en 2015** a corroboré ces résultats en montrant que la salinité affecte également la longueur des tiges et des racines des lentilles. Ces conclusions confirment l'impact global et nuisible de la salinité sur le système racinaire et la croissance des lentilles, ce qui peut entraîner une réduction de la productivité et de la qualité des cultures.

Le PEG (polyéthylène glycol) peut retarder la germination des graines en induisant un stress hydrique qui empêche l'absorption d'eau par la graine, comme le mentionnent (**Benmiled et al., 1986**). Lorsque le PEG est appliqué autour des graines, il crée un environnement similaire à la sécheresse, exerçant ainsi une pression hydrique sur les graines. Cette pression rend difficile pour les graines d'absorber suffisamment d'eau pour initier le processus de germination, ce qui entraîne un retard dans la germination. Cette recherche illustre comment le PEG peut avoir un effet négatif sur la germination en induisant un stress hydrique qui limite la capacité des graines à absorber l'eau nécessaire à la germination.

Les résultats ont confirmé les conclusions de l'étude **d'Agnihotri (2010)**, démontrant que le taux final de germination des graines de légumineuses telles que les lentilles diminue

## ***Résultats et discussion***

---

progressivement avec l'accroissement de la concentration de PEG. Cette constatation souligne l'effet néfaste de l'augmentation de la concentration de PEG sur le processus de germination des graines. De plus, il est bien établi que l'augmentation de la concentration de PEG peut affecter négativement l'absorption des éléments nutritifs essentiels par les plantes. Cette double influence du PEG sur la germination des graines et sur l'absorption des nutriments souligne l'importance de comprendre et de contrôler soigneusement la concentration de cette substance dans les conditions de culture afin d'optimiser la croissance et le développement des cultures.

De plus, il a été remarqué que la croissance en longueur des plantules diminue proportionnellement à l'intensité du stress hydrique, et ce, à différents degrés. Ces observations corroborent les conclusions de l'étude menée par **Muscolo *et al.* (2014)**, qui ont examiné quatre génotypes de lentilles et ont obtenu des résultats similaires. Cela suggère que la sensibilité des plantes à la sécheresse peut varier en fonction de leurs caractéristiques génétiques.

Plusieurs études ont investigué l'effet du stress hydrique sur le développement des racines, et elles convergent avec nos résultats. Elles ont révélé que le stress hydrique entraîne une diminution de la croissance et du poids sec des racines chez plusieurs cultures, notamment le soja (**Andriana *et al.*, 1991**), le pois chiche (**Derya *et al.*, 2010 ; Matos *et al.*, 2010**), ainsi que le maïs (**Matsuura *et al.*, 1996**).

Dans une étude menée par **Andriana *et al.* (1991)** sur le soja, il a été observé que le stress hydrique diminue à la fois la croissance et le poids sec des racines. De même, les recherches effectuées par (**Derya *et al.*, 2010 ; Matos *et al.*, 2010**) sur le pois chiche ont abouti à des conclusions similaires, démontrant l'impact négatif du stress hydrique sur la croissance des racines de cette culture. En outre, une étude réalisée par (**Matsuura *e al.*, 1996**) sur le maïs a confirmé ces observations en montrant une réduction de la croissance et du poids sec des racines sous l'effet du stress hydrique.

Ces études soulignent l'importance cruciale de comprendre l'impact du stress hydrique sur le développement des racines des cultures agricoles, ce qui peut orienter les efforts pour améliorer la résilience des plantes aux conditions environnementales difficiles, garantissant ainsi une productivité agricole optimale.

## *Conclusion*

---

En Algérie, il existe de vastes étendues cultivées dans les régions semi-arides et désertiques, où la pénurie d'eau et les températures élevées posent un grand défi pour l'agriculture.

Notre étude a montré que la plante de lentille est très affectée par le manque d'eau et l'augmentation de la salinité.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à la réponse de trois variétés de lentilles à quatre niveaux croissants de chlorure de sodium, ainsi qu'à trois niveaux de PEG.

Nous avons constaté une absence de germination dans toutes les variétés à une concentration de 30%, et la germination a également diminué progressivement pour toutes les variétés avec une augmentation du taux de NaCl.

D'après notre expérience, nous avons constaté que la variété de lentilles Syrie 229 est la plus résistante par rapport aux autres.

Les résultats ont montré une diminution de la croissance des tiges et des racines avec une augmentation de la concentration, que ce soit saline ou hydrique. Selon les résultats, il semble que l'exposition au sel et au stress hydrique ait un impact négatif sur la croissance et la germination, et cet effet varie selon les variétés étudiées.

Pour mieux comprendre la réponse de ces variétés, il est nécessaire d'étudier d'autres facteurs tout au long de leurs différentes étapes de croissance, en plus d'examiner un large éventail de variétés pour identifier celles qui présentent une résistance distincte.

## *Références bibliographiques*

---

1. **Abdelguerfi A. & Ramdane S.A.M. (2003)**. Bilans des Expertises sur « Menaces pesant sur la diversité biologique ». Projet MATE-GEF/PNUD ALG97/G31, 363p.
2. **Agnihotri R. (2010)**. Effect of osmotic stress (PEG) on germination and seedling survival of lentille (*Lens culinaris* Medik), *Research Journal of Agriculture Science*. 3: 202-203.
3. **Amouri A.A., Fyad Lameche F.Z. & Karkachi N. (2015)**. Variabilité de la tolérance au stress salin chez deux géotypes d'une légumineuse (*Medicago truncatula*) au stade germination, *Algerian Journal of Arid Environment "AJAE"*, 5 : 17-25.
4. **Andriani J.M., Andrade EE Suero F.H., Dardanelli J.L. (1991)**. Water deficits during reproductive growth of soybeans. 1. Their effects on dry matter accumulation, seed yield and its components. *Agronomie*, 11: 737-746.
5. **Atak M., Kaya M. D., Kaya G., Çikili Y. & Ciftci C. Y. (2006)**. Effects of NaCl on the Germination, Seedling Growth and Water Uptake of Triticale. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(1):39-47.
6. **Benhizia A. & Bechane Y. (2022)**. Etude de comportement germinatif et de paramètres de croissance sous contraintes abiotique (hydriques et salines) chez la lentille (*Lens culinaris* Medik.) et le pois chiche (*Cicer arietinum* L.). Mémoire de master, Amélioration des plantes, Bordj Bou Arreridj : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers BBA. 53p
7. **Benmiled D., Bousaid M., Adblkeffi A. (1986)**. Tolérance au sel d'espèces annuelles du genre *Medicago* au cours de la germination. Colloque sur les végétaux en milieu aride. *Faculté des sciences de Tunis*. ACCTT .586-593.
8. **Boyer J.S. (1982)**. Plant productivity and environment. *Science*, 218 .443- 448
9. **Brun A. (1980)**. Effets comparés de différence de concentrations de NaCl sur germination, d'Algérie. Thèse de doctorat 3ème cycle, Montpellier.
10. **Cubero J., M. Pérez de la Vega, R. Fratini, W. Erskine, F. Muehlbauer, A. Sarker. & B. Sharma. (2009)**. Origin, phylogeny, domestication and spread. In: W. Erskine, F. J. Muehlbauer, A. Sarker and B. Sharma. The lentil: Botany, production and uses. *CABI*, Oxford, 13-33.
11. **Derya O.Y., Anlarsal A.E., Durdane M. & Celal Y. (2010)**. Effects of drought stress on early seedling growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *World Applied Sciences Journal*, 11: 478-485.

## *Références bibliographiques*

---

12. **Dita M.A., Rispaïl N., Parts E., Rubiales D. & Singh K.B. (2006).** Biotechnology approaches to overcome biotic and abiotic stress constraints in legumes. *Euphytica* 147:1-24
13. **Duke J.A. (1981).** Handbook of Legumes of World Economic Importance. *Plenum Press*, New York . 52–57.
14. **Dutuit P, Pourrat Y .& Dutuit J.M. (1994).** La notion de stress de la cellule à l'écosystème. *Séchresse* 5:23-31.
15. **El-Ashkar, F., A. Sarker, W. Erskine, B. Bayaa, H. El-Hassan, N. Kadah et B. Karim. (2004).** Registration of Idlib-3 lentil. *Crop science* 44:2261-2262.
16. **Erskine, F.J.Muehlbauer, A.Sarker & B.Shaema (2009) .Introduction .** In: *Erskine et al.*, (Eds). The Lentil: Botany, Production and Uses, CAB International,,1-3.
17. **Erskine W., A. Sarker .& S. Kumar. (2011).** Crops that feed the world 3. Investing in lentil improvement toward a food secure world. *Food Security* 3:127-139.
18. **T. Gahoonia O. Ali A. Sarker M. R. Matiur, & W. Erskine. (2005) .** Root traits nutrient uptake multilocation grain yield and benefit-cost ratio of two lentil (*Lens culinaris*, Medikus.) varieties. *Plant and Soil* 272. 153-161.
19. **Gaad D. (2018).** Étude de la diversité génétique de la lentille (*Lens culinaris* Medik.) cultivée en Algérie par l'utilisation de marqueurs morpho-agronomiques et moléculaires (SSR). Thèse de Doctorat en sciences agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique (Alger), 207p.
20. **Gahoonia, T. S., Ali, O., Sarker, A., & Rahman, M. M. (2005).** Root traits, nutrient uptake, multi-location grain yield and benefit–cost ratio of two lentil (*Lens culinaris*, Medikus.) varieties. *Plant and soil*, 272, 153-161.
21. **Gupta D., R. Ford. & P. W. Taylor. (2011).** Lens. In: Kole, C. Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. *Springer*, Berlin Heidelberg, pp127-139.
22. **Graham P.H. & Vance C.P. (2003).** Legume Importance and Constraints to Greater Use. *Plant Physiology* 131 :872-877.
23. **Hamadache A. (2014).** Grandes cultures : Principaux itinéraires techniques des principales espèces de grandes cultures pluviales cultivées en Algérie et en Afrique du Nord (agriculture conventionnelle) légumineuses alimentaires (pois chiche, fèves, lentilles). *ITGC*. 188 p.

## *Références bibliographiques*

---

24. **Helbeck H. (1963).** Late Cypriote vegetable diet in Apliki. Act. nstit. Athen. Reg. Sueciae. Ser. 4 : VIII : 171–186.
25. **Hopkins, G. (2003).** Physiologie végétale. B-1000 Bruxelles., Livre, De Boeck Université rue des Minimes 39.
26. **Khemiri H., Belguith H, Jridit, Ben el Arbi M. & Ben hamida J. (2004).** Caractérisation biochimique d'une amylase active au cours du processus germinatif des graines de colza (*Brassica napus* L.). *Enzymologie et métabolisme*, 146-149. congrés international de biochimie. Marrakech.
27. **Laberche J-C. (2004).** La nutrition de la plante In Biologie Végétale. Dunod. 2e (éd). Paris : 154 -163 p. les composantes chez des populations F3 de blé dur (*Triticum durum* Desf.)
28. **Läuchli A. & Grattan S. R. (2007).** Plant growth and development under salinity stress,"in Advances in molecular-breeding towards salinity and drought tolerance, M. A. Jenks, P. A. Hasegawa, and S. M. Jain, eds., Springer-Verlag, New York, 1–31.
29. **Laredj-Zazou R. (2013).** Effet de la salinité sur le comportement hydrique et minérale du Haricot (*Phaseolus Vulgaris* L). Oran, these de magister, Algerie.
30. **Madhava Rao K.V., Raghavendra A.S. & Janardhan Reddy K. (2006).** Printed in the Netherlands. Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. *Springer*: 1-14.
31. **Matos M.C., Campos P.S., Passarinho J.A., Semedo J.N., Marques N.M., Ramalho J.C. & Ricardo C.P. (2010).** Drought effect on photosynthetic activity, osmolyte accumulation and membrane integrity of two *Cicer arietinum* genotypes. *Photosynthetica*, 48 :303-312.
32. **Mabrek S. & Si Mohamed H. (2016).** l'effet de quelques facteurs abiotiques sur la fusariosz vasculaire du pois chiche causé par *fusariose oxysporum f. sp. Ciceris* Mémoire Master 2 amélioration des plantes. Université Mohamed El bachir El Ibrahimi B.B.A., 01p.
33. **Matsuura A., Inanaga S. & Sugimoto Y. (1996).** Mechanism of interspecific differences among four graminaceous crops in growth response to soil. *Japanes J. of Crop Science*, 65 :352-360.
34. **Mermoud A. (2006).** Cour de physique du sol. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

## *Références bibliographiques*

---

35. **Mouhouche B. & Boulassel A. (1997).** Gestion rationnelle des irrigations des compléments des cultures de légumineuses alimentaires et céréales. Recherche agronomique. INRA.1 :21-31p.
36. **Muehlbauer F. J., S. Cho A. Sarker K. E. McPhee C. J. Coyne P. Rajesh .& R. Ford. (2006).** Application of biotechnology in breeding lentil for resistance to biotic and abiotic stress. *Euphytica* 147:149-165.
37. **Muehlbauer F.J., Cubero J.I. & Summerfield R.J. (1985).** Lentil. In: Summerfield, R.J. and Roberts, E.H. (eds.) Grain Legume Crops. *Collins, London, UK* . 266–311.
38. **Muehlbauer F.J. & A. Tullu. (1997).** *Lens culinaris* Medik. Purdue University, Center for New Crops and Plant Products.
39. **Nait Seghir Y. (2021).** L'effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules chez la lentille (*Lens culinaris*) et le pois chiche (*Cicer arietinum*). Mémoire de master, Amélioration des plantes, Bordj Bou Arreridj : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers BBA. 45p.
40. **Ndaur P. & Danthu P. (1998).** Effet des contraintes hydrique et saline sur la germination de quelques acacias africains : 105-122.
41. **Ouji A., El-Bok S., Mouelhi M., Younes M. B. & Kharrat M. (2015).** Effect of salinity stress on germination of five Tunisian lentil (*Lens Culinaris* L.) genotypes. *European Scientific Journal*, 11 : 63-75.
42. **Ouhddach M., Mouhssine F., Hmouni D., Houda E., Zidane L., Douaik A. & Rochdi A. (2014).** Effet du Chlorure de Sodium (Na Cl) sur les Paramètres de Germination du blé Tendre (*Triticum aestivum* L.). *European Journal of Scientific Research*, 127:298-310.
43. **Parida A. K. & Das. (2005).** Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60 :324-349.
44. **Ramade S. (2003).** Élément d'écologie, Écologie fondamentale. *Dunod*, 2003. 3 : 600-690.
45. **Riah, N., G. Bénab, A. Djekoun, K. Heulin, P. de Lajudie .& G. Laguerre .(2014):** Genotypic and symbiotic diversity of populations associated with cultivated lentil and pea in sub-humid and semi- arid regions of Eastern Algeria..., , 368-375 .
46. **Sandhu, J. & S. Singh. (2007).** History and origin. In: S.S. Yadav, D. McNeil, et P.C. Stevenson. Lentil: An ancien crop for modern times. *Springer, Dordrecht*, 1-9.
- 47.



## *Références bibliographiques*

---

- 48. Shrestha R., N. C. Turner, Kh. M. Siddique, D. W. Turner .& J. A. Speijers. (2006) .**  
Water deficit during pod development in lentils reduces flower and pod number but not seed size. *Australian Journal of Agricultural Research* 57, 427-438.
- 49. Schwartz H. F .& Langhami, M.A.C. (2012).**Grows stage of lentil. Disponible sur internet : <http://legume.ipmpipe.org.26>.
- 50. Tegger N. (2015).** Etude des effets du stress salin sur la nodulation et sur quelque paramètres biochimiques et morphologiques de la lentille (*Lens culinaris* L). Mémoire de Magister, Univ Oran1 Es-Senia .51-58-59.
- 51. Vaidyanathan H. S. (2003).**Scavenging of reactive oxygen species in NaCl-stressed rice (*Oryza sativa* L.): differential response highyielding and sensitive varieties. *Plant Science*, 165, 1411–1418.

## *Annexes*

---

**Annexe 01** : Résultats d'ANOVA pour le facteur Pourcentage de Germination Final (stress salin)

	ddl	MC	F	P	Signification
{1} variétés	2	740,62	7,43	0,04	*
{2} stress salin	4	7169,42	76,96	0,000002	***
1*2	8	383,28	2,30	0,07	NS

**\* : significatif ; \*\*\* : très hautement significatif**

**Annexe 02** : Résultats d'ANOVA pour le facteur Pourcentage de Germination Final (stress hydrique)

	ddl	MC	F	P	Signification
{1} variétés	2	336,44	23,29	0,006	**
{2} stress salin	3	19916,44	461,97	0,0000001	***
1*2	6	169,33	6,51	0,003	**

**\*\* : Hautement significatif**

**Annexe 03** : Résultats d'ANOVA pour le facteur Moyenne Journalière de Germination (stress salin)

	ddl	MC	F	P	Signification
{1} variétés	2	135,61	0,67	0,55	NS
{2} stress salin	4	189,48	0,86	0,52	NS
1*2	8	228,94	0,97	0,48	NS

**Annexe 04** : Résultats d'ANOVA pour le facteur Moyenne Journalière de Germination (stress hydrique)

	ddl	MC	F	P	Signification
{1} variétés	2	42,93	4,98	0,08	NS
{2} stress salin	3	71,57	64,46	0,00005	***
1*2	6	6,87	0,79	0,5	NS

## *Annexes*

---

**Annexe 05** : Résultats d'ANOVA pour le facteur Pourcentage de réduction de la germination (stress salin)

	ddl	MC	F	P	Signification
{1} variétés	2	568,31	3,43	0,13	NS
{2} stress salin	4	7245,68	78,75	0,000002	***
1*2	8	411,04	2,47	0,05	NS

**Annexe 06** : Résultats d'ANOVA pour le facteur Pourcentage de réduction de la germination (stress hydrique)

	ddl	MC	F	P	Signification
{1} variétés	2	293,44	13,07	0,01	*
{2} stress salin	3	20162,77	478,79	0,0000001	***
1*2	6	160,99	6,89	0,002	**

**Annexe 07** : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur le PGF (germination stress salin)

Variétés	Moyennes	Groups
Idlib 03	68,26	a
Dahra	72,00	a
Syrie 229	81,86	b

**Annexe 08** : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le PGF (germination stress salin)

Doses	Moyennes	Groups
SS 200 mM	35,11	a
SS 150 mM	54,22	b
SS 100 mM	84,44	c
SS 50 mM	97,77	d
T	98,66	d

## *Annexes*

---

**Annexe 09** : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le PRG. (Germination stress salin)

Doses	Moyennes	Groups
T	0,00	a
SS 50 mM	2,22	a
SS 100 mM	14,284	b
SS 150 mM	44,86	c
SS 200 mM	64,58	d

**Annexe 10** : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le PGF (stress hydrique germination)

Doses	Moyennes	Groups
SH 30 %	0,88	b
SH 20 %	44,00	c
SH 10 %	97,33	a
T	98,66	a

**Annexe 11** : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur le PGF (stress hydrique germination)

Variétés	Moyennes	Groups
Dahra	57,00	a
Idlib 03	57,33	a
Syrie 229	66,33	b

**Annexe 12** : Valeurs moyennes de l'effet des interactions variété X dose sur le PGF (stress hydrique germination)

Variétés	Doses	Moyennes	Groups
Idlib 03	SH 30 %	0,00	a
Dahra	SH 30 %	0,00	a
Syrie 229	SH 30 %	2,66	a

## *Annexes*

---

Dahra	SH 20 %	34,66	b
Idlib 03	SH 20 %	34,66	b
Syrie 229	SH 20 %	62,66	c
Dahra	SH 10 %	93,33	d
Idlib 03	T	96,00	d
Idlib 03	SH 10 %	98,66	d
Syrie 229	SH 10 %	100,00	d
Dahra	T	100,00	d
Syrie 229	T	100,00	d

**Annexe 13** : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le MJG (stress hydrique germination)

Doses	Moyennes	Groups
SH 30 %	0,03	a
SH 20 %	2,39	a
T	5,67	b
SH 10 %	5,93	b

**Annexe 14** : Valeurs moyennes de l'effet de la dose sur le PRG (stress hydrique germination)

Doses	Moyennes	Groups
T	0,00	a
SH 30 %	2,66	a
SH 30 %	55,33	b
SH 30 %	99,11	c

**Annexe 15** : Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur le PGF (stress hydrique germination)

Variété	Moyennes	Groups
Syrie 229	33,66	b
Idlib 03	41,16	a
Dahra	43,00	a

## Annexes

**Annexe 16** : Valeurs moyennes de l'effet des interactions variétés X doses sur le PRG (stress hydrique germination).

Variétés	Doses	Moyennes	Groups
Idlib 03	T	0,00	a
Syrie 229	T	0,00	a
Syrie 229	SH 10%	0,00	a
Dahra	T	0,00	a
Idlib 03	SH 10%	1,33	a
Dahra	SH 10%	6,66	a
Syrie 229	SH 20%	37,33	b
Idlib 03	SH 20%	63,33	c
Dahra	SH 20%	65,33	c
Syrie 229	SH 30 %	97,33	d
Dahra	SH 30 %	100,00	d
Idlib 03	SH 30 %	100,00	d

**Annexe 17** : Résultats d'ANOVA pour la hauteur de la tige (stress salin).

Facteurs	ddl	MC	F	P	Signification
{1} variétés	2	127,9207	29,26502	0,000024	***
{2} stress salin	4	374,3298	43,49505	0,000000	***
1*2	8	10,8920	0,94551	0,488883	NS

**Annexe 18** : Résultats d'ANOVA pour la hauteur de la tige (stress hydrique).

	ddl	MC	F	P	Signification
{1} variétés	2	181,5729	16,75465	0,000336	***
{2} stress hydrique	3	535,1381	30,27236	0,000000	***
1*2	6	8,1795	0,59219	0,734366	NS

## Annexes

**Annexe 19 :** Résultats d'ANOVA de la longueur de racine (stress salin).

	ddl	MC	F	P	Signification
{1} variétés	2	46,62067	19,58669	0,000166	***
{2} stress salin	4	34,93581	11,74498	0,000020	***
1*2	8	9,34281	3,00586	0,008135	**

**Annexe 20 :** Résultats d'ANOVA de la longueur de racine (stress hydrique).

	ddl	MC	F	P	Signification
{1} variétés	2	21,02083	17,04776	0,000311	***
{2} stress hydrique	3	7,69317	5,66203	0,006516	**
1*2	6	5,89258	5,31756	0,000517	***

**Annexe 21 :** Valeurs moyennes de l'effet de la variété sur la hauteur de la tige (Stress salin)

Variétés	Moyennes	Groups
Idlib 03	8,65714	a
Syrie 299	11,70571	b
Dahra	12,18000	b

**Annexe 22 :** Valeurs moyennes de l'effet la dose sur la hauteur de la tige (Stress salin)

Doses	Moyennes	Groups
150mM	7,77619	a
200mM	7,83810	a
100mM	8,77143	a
50mM	12,16667	b
T	17,68571	c

**Annexe 23 :** Valeurs moyennes de l'effet des variétés sur la longueur de la racine (Stress salin).

Variétés	Moyennes	Groups
Idlib 03	3,162857	a
Syrie 299	4,628571	b
Dahra	5,440000	b

## *Annexes*

**Annexe 24 :** Valeurs moyennes de l'effet des doses sur la longueur de la racine (Stress salin).

Doses	Moyennes	Groups
100mM	3,338095	a
50mM	3,400000	a
200mM	4,066667	ab
T	4,780952	b
150mM	6,466667	c

**Annexe 25 :** Valeurs moyennes de l'effet des interactions variété X dose sur la longueur de la racine (stress salin)

Variétés	Doses	Moyennes	Groupes
Idlib 03	50mM	2,442857	a
Idlib 03	200mM	2,657143	a
Idlib 03	100mM	3,085714	ab
Dahra	100mM	3,228571	ab
Syrie 299	100mM	3,700000	ab
Idlib 03	150mM	3,800000	abc
Idlib 03	T	3,828571	abc
Dahra	50mM	3,871429	abc
Syrie 299	50mM	3,885714	abc
Syrie 299	200mM	4,771429	bcd
Dahra	200mM	4,771429	bcd
Syrie 299	T	4,871429	bcd
Dahra	T	5,642857	cd
Syrie 299	150mM	5,914286	d
Dahra	150mM	9,685714	e

**Annexe 26 :** Valeurs moyennes de l'effet des variétés sur la hauteur de la tige (Stress hydrique).

Variétés	Moyennes	Groups
Idlib 03	7,62143	a
Syrie 299	10,49286	b
Dahra	12,70000	c



## Annexes

**Annexe 27 :** Valeurs moyennes de l'effet des doses sur la hauteur de la tige (Stress hydrique).

Doses	Moyennes	Groups
30%	6,83333	a
10%	7,34762	ab
20%	9,21905	b
T	17,68571	c

**Annexe 28 :** Valeurs moyennes de l'effet des variétés sur la longueur de racine (stress hydrique).

Variétés	Moyennes	Groups
Idlib 03	3,032143	a
Dahra	3,853571	b
Syrie 299	4,764286	c

**Annexe 29 :** Valeurs moyennes de l'effet des doses sur la longueur de racine (Stress hydrique).

Doses	Moyennes	Groups
10%	3,485714	a
30%	3,561905	a
20%	3,704762	a
T	4,780952	b

**Annexe 30 :** Valeurs moyennes de l'effet des interactions variété X dose sur la longueur de la racine (stress hydrique).

Variétés	Doses	Moyennes	Groupes
Idlib 03	10%	1,942857	f
Idlib 03	30%	2,300000	cf
Dahra	20%	2,771429	cdf
Dahra	30%	3,500000	bcd
Dahra	10%	3,500000	bcd
Idlib 03	T	3,828571	abd
Idlib 03	20%	4,057143	ab
Syrie 299	20%	4,285714	ab
Syrie 299	T	4,871429	ae

## Annexes

Syrie 299	30%	4,885714	ae
Syrie 299	10%	5,014286	ae
Dahra	T	5,642857	e

**Annexe 32 :** Etape de croissance à 10 jours ans les deux stress de Dahra (l'original).



**Annexe 33:** Etape de croissance à 10 jours dans les deux stress de IDLEB 03(l'original)

## Annexes

---



**Annexe 34 :** Etape de croissance à 10 jours dans les deux stress de Syrie 229(l'original).



## Résumé :

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de la salinité et de stress hydrique sur la germination des graines et la croissance des plantules chez la lentille sous l'influence de quatre concentrations croissantes de NaCl (50 mM, 100 mM, 150 mM et 200 mM) et trois concentrations de PEG (10, 20 et 30%).

Les stress salin et hydrique semblent avoir un impact négatif sur le pourcentage de germination des graines. Il est intéressant de noter que la variété Syrie 229 a montré une meilleure germination sous stress salin à la concentration de 200 mM. Pour le stress hydrique, aucune germination n'a été enregistrée avec la concentration de PEG 30%. Les résultats de croissance ont montré une diminution de la hauteur des tiges et des racines avec une augmentation de la concentration, que ce soit saline ou hydrique.

Mots clés : stress salin, stress hydrique, lentilles, germination, croissance

## Summary :

The aim of this work is to study the effect of salinity and water stress on seed germination and seedling growth in lentil under the influence of four increasing concentrations of NaCl (50 mM, 100 mM, 150 mM and 200 mM) and three concentrations of PEG (10, 20 and 30%).

Salt and water stress seem to have a negative impact on the percentage of seed germination. It is interesting to note that the Syria 229 variety showed better germination under salt stress at the concentration of 200 mM. For water stress, no germination was recorded with the 30% PEG concentration. Growth results showed a decrease in stem and root height with an increase in concentration, whether saline or water.

Key words: salt stress, water stress, lentils, germination, growth

## ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير الملوحة والإجهاد المائي على إنبات البذور ونمو البادرات في العدس تحت تأثير أربعة تراكيز متزايدة من كلوريد الصوديوم (50 ملغم، 100 ملغم، 150 ملغم، 200 ملغم) وثلاثة تراكيز من PEG (10، 20، 30%).

يبدو أن الإجهاد الملحي والمائي له تأثير سلبي على نسبة إنبات البذور. ومن المثير للاهتمام ملاحظة أن الصنف سوريا 229 أظهر إنباتاً أفضل تحت الضغط الملحي عند تركيز 200 ملغم. بالنسبة للإجهاد المائي، لم يتم تسجيل أي إنبات بتركيز 30% PEG، أظهرت نتائج النمو انخفاضاً في ارتفاع الساق والجذر مع زيادة التركيز سواء المالح أو المائي.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد الملحي، الإجهاد المائي، العدس، الإنبات، النمو.