



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur**  
**et de la Recherche Scientifique**  
**Université de Tissemsilt**  
**Faculté des Sciences et de la Technologie**  
**Département des Sciences de la Nature et de la Vie**



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme  
de Master académique en  
Filière : Sciences agronomiques  
Spécialité : Production végétale

**Présenté par :**

- M<sup>r</sup>.BERGAD Abdelbasset
- M<sup>r</sup>.BENYAGOUB Khaled

***Thème***

---

**Étude de l'effet de la salinité sur le pouvoir germinatif de  
l'orge (*Hordeum vulgare .L.*)**

---

**Soutenu le : 21-06-2022**

**Devant le Jury :**

MAIRIF Mohamed	Président	M .A.A.	Univ-Tissemsilt
ZEMOUR Kamel	Examineur	M.C.B.	Univ-Tissemsilt
CHOUHIM Kadda	Encadreur	M.A.A.	Univ-Tissemsilt
GADOUM Abdelkader	Co-Encadreur	M.C.B.	Univ-Tissemsilt

**Année universitaire : 2021-2022**

وَمَا يَفْقَهُوا  
بِاللَّهِ

## Remerciements

*Avant tout on remercie Dieu tout puissant de nous avoir donné le privilège, la chance d'étudier et de nous avoir donné force, courage, et patience pour accomplir ce travail.*

*Un remerciement spécial pour notre promoteur Mr **CHOUHIM Kada M<sup>ed</sup> Amine** maitre de conférences A à la Faculté de SNV Université de Tissemsilt, qui nous a beaucoup aidé et retenue la longue de la rédaction de ce mémoire et qui nous a orienté avec ses conseils et surtout merci pour sa patience. Merci pour votre gentillesse, vos précieux conseils et votre soutien à tous les instants.*

*Nous tenons à remercier **Mme CHAHIH Hadjira** pour leur gentillesse, leur disponibilité et leur aide précieuse.*

*On remercie vivement*

*Mr **ZAMOURE Kamel**, Mr **MAIRIF Mohamed** et Mr **GADOUM Abdelkader** pour avoir accepté d'examiner notre travail et pour l'honneur qu'ils nous ont fait pour leur participation au jury.*

*On remercie également de tous nos cœurs tous les enseignants qui ont contribué à notre apprentissage depuis notre jeune âge à ce jour, et on leur adresse nos sentiments respectueusement reconnaissant pour tout le savoir qu'ils nous ont prodigués.*

*Enfin on remercie tous ceux qui ont contribué de près ou loin à l'aboutissement de ce modeste travail.*

## Dédicaces

*Je dédie cette mémoire*

*À mon très cher mon père*

*Pour m'avoir soutenu, pour son amour intarissable, sa présence et ses encouragements. Que ce modeste travail te soit le témoignage de ma profonde affection et reconnaissance. Que Dieu le Tout Miséricordieux t'accorde santé, bonheur, quiétude d'esprit et qu'il te protège de tout mal.*

*À ma très chère maman*

*La lumière de ma vie, je ne trouve pas les mots pour t'exprimer mon amour et mon affection. Jamais, tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager. Quoi que je fasse, je ne pourrais jamais te donner ce que tu mérites. Reçois ce modeste travail*

*en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde gratitude.*

*Puisse le puissant te donner santé, bonheur et longue vie.*

*A mes frères Kheireddine, Abdelnoor et Sirajeddine . Et ma sœur Oumaima.*

*À Tous ma famille*

*À Tous mes enseignants*

*A mon Binôme BENYAGOUB Khaled*

*À Tous mes collègues et amies spécialement Sid Ahmed , Hadjer , Naziha et*

*Mahia Med*

*A Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail*

**BERGAD Abdelbasset**

## Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail :*

*À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.*

*À mes chères frères et sœurs pour leurs encouragements et leur soutien moral.*

*À mes chers amis pour leur appui et soutien de près ou de loin, et surtout mon binôme  
BERGAD Abdelbasset,*

*À tous mes amis (es) et collègues Sans exception. Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.*

***BENYAGOUR Khaled***

**Table des matières**

**Remerciements**

**Dédicaces**

Liste des tableaux.....	V
Liste des figures .....	VI
Liste des abréviations.....	VII

**Partie Bibliographiques**

Introduction .....	1
--------------------	---

**Chapitre I Généralité Sur l'orge**

1. Historique .....	3
2. Généralités sur l'orge .....	3
2.1. Origine géographique .....	3
2.2. Origine génétique .....	4
2.3. Importance de l'orge dans le monde .....	4
2.4. Développement de la production de l'orge En Algérie 2012-2020 .....	5
3. Utilisation et composition.....	5
4. Principales variétés d'orge cultivées en Algérie .....	6
5. Aspect botanique.....	7
6. Classification de l'orge.....	7
7. La Morphologie de l'orge .....	8
7.1. Anatomie et composition de la graine d'orge.....	9
7.2. Cycle de développement de l'orge.....	10
7.2.1. La période végétative .....	10
7.2.2. La période reproductrice.....	11
8. Exigences agro écologique .....	12

**Chapitre II La Germination**

1. Généralités sur la germination .....	13
1.1 Définitions .....	13
1.2. Conditions de germination.....	13
1.2.1. Facteurs externes de germination.....	13
1.2.2. Facteurs internes de la germination.....	14
1.3. Types de germination .....	14
2. Physiologie de la germination .....	14
2.1. Les phases de germination.....	14
3. Différents obstacles de la germination .....	15
4. Dormances des graines.....	16
4.1. Type de dormance .....	16

**Chapitre III la salinité**

1. Généralité sur le stress salin .....	18
2. La salinité .....	18
3. Classification des plantes selon la salinité .....	19
3.1. Les Halophytes.....	19
3.2. Les glycophytes .....	19
4. Effet de la salinité .....	19
4.1. Effet de la salinité sur la plante.....	20
4.2. Effet de stress salin sur la germination et la croissance .....	21
4.3. Effet de la salinité sur la croissance et la morphologie de la plante .....	21
4.4. Effet de la salinité sur la nutrition minérale des plantes.....	22
4.5. Effet de la salinité sur la photosynthèse .....	23
4.5. Effet de la salinité sur la disponibilité de l'eau .....	24
5. Mécanisme de tolérance des plantes à la salinité.....	24
5.1. Homéostasie ionique .....	25
5.2. Ajustement osmotique.....	26

## ***Table des matières***

---

5.3. Système antioxydant .....	27
5.4. Adaptation morphologique .....	28

### **Chapitre IV Les phytohormones**

1. Les phytohormones .....	30
2. Diaphonie des hormones végétales sous stress biotiques et abiotiques .....	30
3. Régulation de la croissance .....	31
4. Acide salicylique.....	31
4.1. Biosynthèse de l'acide salicylique .....	31
4.2. Relation entre l'acide salicylique avec la salinité.....	32

### **Partie expérimentale**

#### **Chapitre V Matériels et méthodes**

Matériels et méthodes : .....	33
1. Objectif de l'étude.....	33
2. Matériel utilisés.....	33
2.1. Matériel végétal : .....	33
2.2. Matériels de laboratoire .....	33
2.3. Les bio stimulants .....	34
2.3.1. Hydrolat de la lavande.....	34
2.3.1. Critères de choix de la plante.....	34
2.3.1. Les compositions chimiques du plant .....	34
2.3.2. Pistachiers lentisques.....	35
3. Méthode :.....	36
3.1. Préparation des solutions :.....	36
3.2. Préparation des Semences .....	38
4. Expérimentation.....	38
5. Paramètres mesurés :.....	40
5.1. Taux quotidien de germination .....	41
5.2. La précocité de germination .....	42



## ***Table des matières***

---

5.3. Taux cumulé final de graines germées .....	42
5.4. La longueur des racines : .....	42
5.5. Dosage des sucres totaux : .....	42
6. Caractérisation de l'hydrolat de lavande et du pistachier : .....	43
6.1. Polyphénols totaux : .....	43
6.2. Flavonoïdes : .....	43
7. Traitement statistique .....	44

### **Chapitre VI Interprétation et discussion des résultats**

1. Précocité de germination : .....	45
2. Longueur de racine : .....	47
3. Taux Finale de germination : .....	49
4. Dosage des sucres : .....	50
<b>Discussion</b> .....	51

### **Conclusion**

Références bibliographiques .....	54
Liste des Annexes : .....	72
Résumé .....	75
Abstract .....	76
ملخص .....	77

### Liste des tableaux

- **Tableau 01** : Variétés d'orge cultivées en Algérie.
- **Tableau 02** : Le screening phytochimique des feuilles et des petits rameaux du lentisque a mis en évidence la présence de plusieurs composés chimiques.
- **Tableau 03** : préparation de la solution de chlorure de sodium.
- **Tableau 04** : Analyse de variance de la précocité de germination des graines de l'orge (*Hordeum vulgare .L*) soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'acide salicylique, Hydrolat de lavande et l'extrait de pistachier.
- **Tableau 05** : Analyse de variance ANOVA en seuil ( $P= 0.05$  de la longueur radicaire de L'orge (*Hordeum vulgare. L*) soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'acide salicylique, Hydrolat de lavande et l'extrait de pistachier.
- **Tableau 06** : Analyse de variance ANOVA en seuil ( $P= 0.05$  de taux finale de germination des graines de L'orge (*Hordeum vulgare .L*) soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'acide salicylique, hydrolat de lavande et l'extrait de pistachier.
- **Tableau 07** : Analyse de variance ANOVA en seuil ( $P= 0.05$  de dosage des sucres de L'orge (*Hordeum vulgare. L*) soumises aux traitements salins au Na Cl en présence de l'acide salicylique, hydrolat de lavande et l'extrait de pistachier.

### Liste des figures

- **Figure 01** : Carte géographique sur le Croissant-Fertile.
- **Figure 02** : Les pays dominant à la production de l'orge dans le monde.
- **Figure03** : La production de l'orge En Algérie 2012-2020.
- **Figure04** : Classement de l'orge selon la fertilité des épillets et la fermeté des épis.
- **Figure 05** : Anatomie et composition du grain d'orge
- **Figure 06** : Courbe théorique des étapes de germination d'une semence.
- **Figure 07** : Modèle schématique montrant les effets de la salinité.
- **Figure08** : Détoxification des espèces réactives de l'oxygène (ROS) par l'activité antioxydant enzymatique et oxydante non enzymatique dans la cellule végétale.
- **Figure 09** : Biosynthèse de l'acide salicylique.
- **Figure 10** : Opération d'extraction de l'hydrolat de lavande papillon par hydro distillation (photo ®).
- **Figure11** : Agitation et filtration de l'extrait aqueux des feuilles de pistachier lentisque(photo ®).
- **Figure 12** : Semences d'orge traitées (photo ®).
- **Figure 13** : Répartition des boites de Pétri contenant les graines d'orges (photo ®).
- **Figure 14** : Mise des boites de Pétri à l'étuve (photo ®).
- **Figure 15** : premières graines germées (photo ®).
- **Figure 16** : Dosage des sucres totaux (photo ®).
- **Figure 18** : Précocité de germination (%) des graines de l'orge stressées au NaCl.
- **Figure 19** : Précocité de germination (%) des graines de L'orge (*Hordeum vulgare .L*) stressées au NaCl en présence de l'acide salicylique.
- **Figure 20** : Précocité de germination (%) des graines de L'orge (*Hordeum vulgare .L*) stressées au NaCl en présence d'hydrolat de lavande.
- **Figure 21**: Evolution de la longueur des racicules de l'orge (*Hordeum vulgare.L*) en fonction des régimes salin appliqués (mm). En présence des solutions de l'acide salicylique, l'hydrolat de la lavande papillon et l'extrait de pistachier
- **Figure 22** : Taux final de germination des graines du de L'orge (*Hordeum vulgare .L*) soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'acide salicylique, hydrolat de lavande, et pistachier.
- **Figure 23** : Dosage des sucres de L'orge (*Hordeum vulgare .L*) soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'acide salicylique, Hydrolat de lavande et l'extrait de pistachier.

## *Liste des abréviations*

---

### Liste des abréviations

**AS** : Acide Salicylique

**Aux** : Auxine

**BR** : Brassin stéroïdes

**CK** : Cytokinines

**ET** : Éthylène

**GA** : Gibbérellines

**HE** : Huile essentielle

**Mg** : Milligramme

**MI** : Millilitre

**MS** : Matière Sèche

**V** : Volume

**ITGC** : Institut Technique des Grandes Cultures

**K<sup>+</sup>** : Potassium

**Na<sup>+</sup>** : Sodium

**Cl<sup>-</sup>** : Chlore

**NaCl** : Chlorure de sodium

**KCl** : Chlorure de potassium

**%** : Pourcentage.

# **Introduction**

### **Introduction**

Le réchauffement climatique a grandement affecté le rendement et la qualité des cultures en intensifiant la fréquence et l'ampleur de nombreux stress. Le blé, l'orge, le riz et le maïs sont les cultures de base les plus importantes au monde et contribuent à une part importante de l'apport quotidien en calories et en protéines (Kizilgeci et *al.*, 2021). Parmi ces espèces, l'orge est la première céréale domestiquée par l'homme dans la région du croissant fertile (Syrie, Irak, Turquie) (Hamadache, 2016). Il se distingue par sa haute qualité autant que aliment du bétail (Ben Mbarek et Boubaker, 2017).

La sécheresse et la salinité sont les deux principaux facteurs abiotiques ayant affecté la croissance et la productivité des plantes (Mostek et *al.*, 2015 ; Zemour et *al.*, 2019a ; Zemour et *al.*, 2021b ; Chouhim et *al.*, 2022). Les sols naturellement affectés par les sels, la salinisation est due à un changement climatique et à des facteurs anthropiques, principalement dus à une irrigation abusive et aux méthodes de déforestation des arbres conduisant à des eaux souterraines (Pessaraki et Szabolcs, 2011 ;Arora, 2019).

En Algérie, l'orge prend la deuxième place des céréales après le blé dur (Tellah, 2005). C'est une espèce réputée pour sa tolérance à la salinité et pour sa large adaptation aux environnements de culture difficiles tels que les régions arides (Zhu et *al.*, 2020). En effet, dans ces dernières l'eau d'irrigation, à cause de sa forte concentration en sels, a un impact négatif sur le développement et la productivité des cultures, mais diffère selon plusieurs paramètres tels que les caractéristiques des sols, types de sels, nature des plantes et le stade de développement de la plante (Daoud et Halitim, 1994).

La germination devient un facteur déterminant pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés (Belkhodja et Bidai, 2004). La bonne installation des cultures s'est soldée par un bon déroulement du processus de germination. Cependant, la salinité a eu des effets négatifs sur cette phase et la croissance végétative de l'orge cultivés (Awad et *al.*, 2021)).Cependant, il existe des alternatives telles que l'utilisation des bio stimulants qui peuvent atténuer l'effet néfaste de la salinité. Parmi lesquelles les extraits de plantes qui contiennent un grand nombre de composés bioactifs favorisant la croissance et le développement des plantes (Bulgari et *al.*, 2015).

L'objectif de ce travail porte sur l'évaluation de l'efficacité de l'extrait aqueux des feuilles du Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.), l'hydrolat de la lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) et l'application exogène de l'acide salicylique, sur l'amélioration du

## ***Introduction***

---

pouvoir germinatif des graines de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) soumises au stress salin par l'application de deux concentrations de chlorure de sodium (NaCl), 150 et 250meq/l.

**Partie**  
**Bibliographique**



**Chapitre I :**  
**Généralités Sur**  
**l'orge**

## 1. Historique

L'orge (*Hordeum vulgare. L*) fait désormais partie de l'alimentation humaine des milliers d'années, bien qu'elle soit relativement peu consommée dans notre vie quotidienne.

L'orge est récoltée partout dans la nature et semble être la première orge cultivée au monde Turkestan, Éthiopie, Tibet, Népal et Chine. Fouilles en Egypte, 100A des kilomètres du Caire, il a été établi que ce grain était cultivé il y a plus de 5 000 ans. Hébreu Ce grain était considéré comme un symbole de puissance et la valeur d'un guerrier. Nous avons trouvé ceci Égyptiens, gladiateurs romains et Vikings ont les mêmes connotations. Aux Etats-Unis, Les premières cultures remontent à Christophe Colomb, qui a commencé à cultiver des céréales en 1493D'Europe (Jessica.G et al. 2017).

## 2. Généralités sur l'orge

### 2.1. Origine géographique

L'orge est l'une des plus anciennes céréales cultivées, et ces traces ont été localisées à l'origine dans le Croissant fertile (Irak et Iran actuels) du Moyen-Orient (Botineau, 2010) (Brink et Belay, 2006), dans l'ouest de la Jordanie, au Liban, Syrie, Turquie, monts Zagros en Irak et dans l'ouest de l'Iran (Bothmer et al., 2003). Des études récentes rapportent qu'il est originaire des régions montagneuses d'Éthiopie et d'Asie du Sud-Est (Paquereau, 2013), avec des traces trouvées au Proche-Orient il y a au moins 7 000 ans et en Éthiopie il y a près de 10 000 ans (Botineau, 2010). Dans le désert du Sahara, il était cultivé parmi les habitants des oasis de 100 à 300 avant JC (Brink et Belay, 2006).



Figure 2: Carte géographique sur le Croissant-Fertile (Usubaliev et al., 2013).

**2.2. Origine génétique :**

L'orge appartient à l'une des flores les plus importantes au monde, les Triticaceae, Il s'agit d'une tribu de Poaceae (Ullrich, 2010). L'orge a 34 variétés (dont une seule est cultivée pour son grain), les autres sont Habituellement diploïde avec  $2n = 14$  chromosomes, mais sauvage tétraploïde ou hexaploïde. La section *Vulgare* comprend trois espèces *H. vulgare*, *H. bulbosum* et *H. sauge*. L'orge est divisée en 2 sous-espèces : *H. vulgaresubsp. vulgare*, qui Comprend toute l'orge cultivée et *H. vulgare subsp. Spontanéité* (Dore et Varoquaux, 2006). Le parent sauvage de l'orge est l'orge spontanée ( $2n=14$ ). Ça bouscule l'état Spontané en Méditerranée orientale, en Turkménie et en Afghanistan (Srivastava et Gopal, 2008).

**2.3. Importance de l'orge dans le monde**

L'orge est un aliment important dans plusieurs régions du monde telles que l'Afrique du nord, le proche orient, l'Asie etc. la consommation moyenne et annuelle par personne dans ces régions varie entre 2 à 36 kg (El-Haramein et Grando, 2010).

D'après FAO STAT(2021), la quantité d'orge produite par les dix premiers pays pendant l'année de récolte 2020, a nettement fluctué : le volume le plus élevé a été atteint durant la dernière campagne agricole 2020/2021, avec plus de 103 millions de tonnes produites.

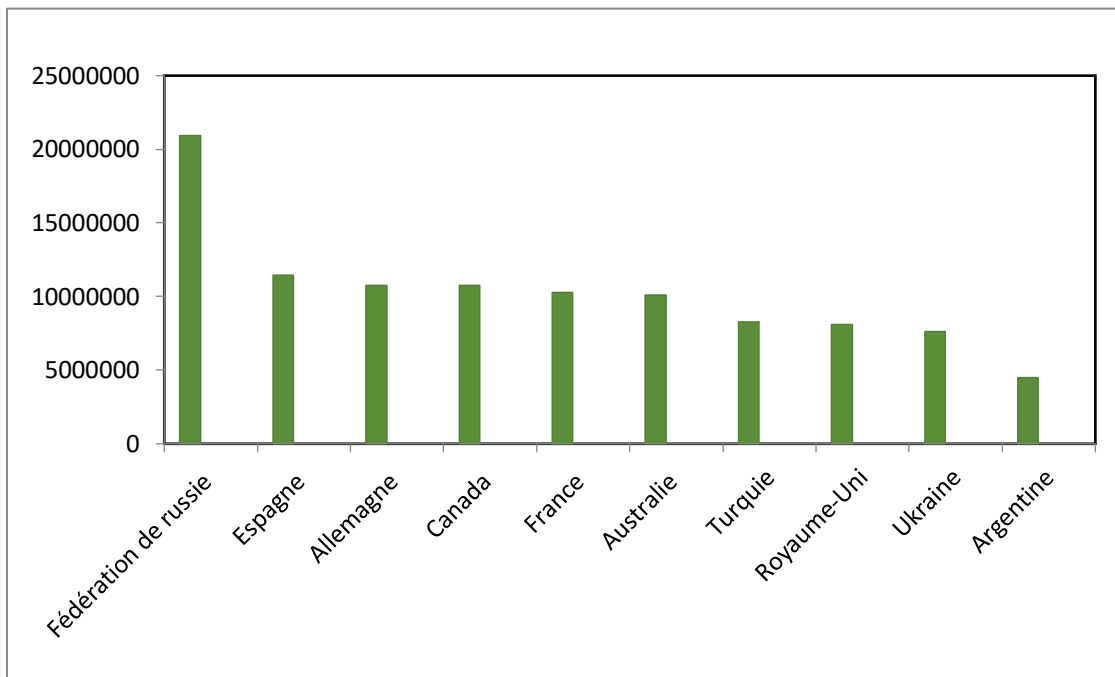


Figure 3: Les pays dominant à la production de l'orge dans le monde

## 2.4. Développement de la production de l'orge En Algérie 2012-2020

De la période (2012-2020), soit 09 ans de campagne agricole la production moyenne annuelle a été estimée à quelque 1 307 569,3333 tonnes. 2018 a été la campagne la plus productive (1 957 327 tonnes), en revanche la campagne 2016 accuse la plus faible production (919 907 tonnes) (FAO, 2020).

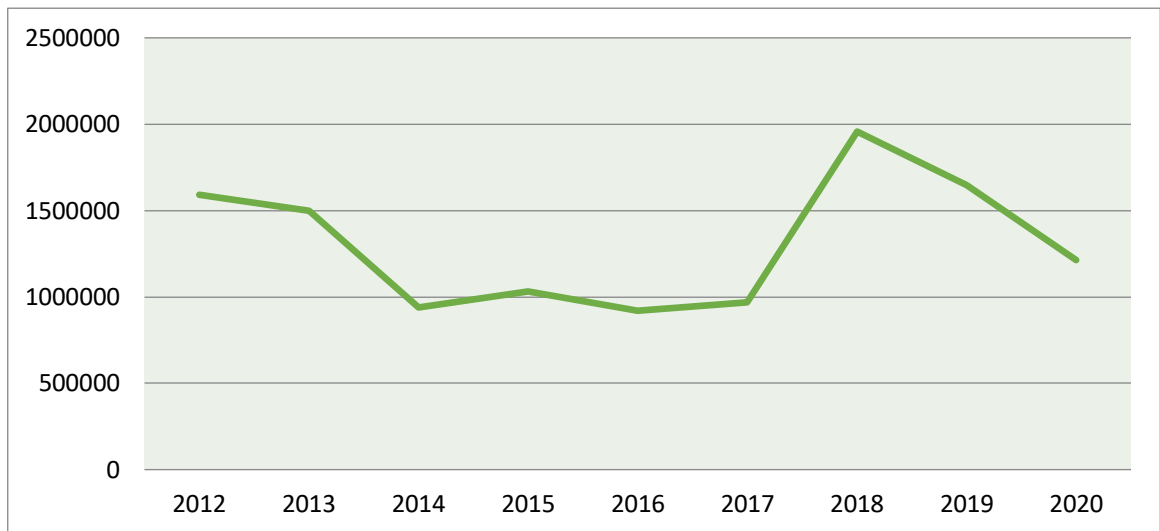


Figure 04 : La production de l'orge en Algérie 2012-2020

## 3. Utilisation et composition

L'orge est destinée à la consommation humaine et utilisée comme complément alimentaire. Le bétail est élevé dans les prairies presque toute l'année. L'orge est préparée de différentes manières, soit comme aliment, soit pour être utilisée dans Médicalement sous forme de décoctions de tisanes (Emmanuel et *al.*, 2017). À l'orge germée Ou du malt, une tisane plus nutritive est préparée. La décoction est encore utilisée dans Se gargariser avec du miel de rose, du chlorure de potassium, de l'alun, etc. La farine d'orge est mélangée avec de la farine de graines de lin ou non et utilisée pour faire des onguents. Enfin, l'orge sert à fabriquer Bière (Marta et *al.*, 2017).

Dans l'alimentation animale, les céréales et la paille sont utilisées comme pâturage pour l'agriculture. Les ovins et les bovins constituent l'essentiel de l'activité agricole (Emmanuel et *al.*, 2017).

En raison de sa forte teneur en amidon, l'orge commune est nourriture précieuse. Un seul grain d'orge contient de 78 à 83 % de glucides, dont 60 à 64 % d'amidon et certains sucres simples comme le glucose ou Fructose (0,4 % à 2,9 %). Il contient de 8 à 15 % de protéines, mais le contenu La lysine (un acide aminé essentiel) est limitée, ce qui en fait une pro-

téine incomplète, elle contient Il y a aussi 2 à 3% de lipides, dont environ un tiers se situe dans le germe (Soleymani .A, 2017).

#### 4. Principales variétés d'orge cultivées en Algérie :

Selon Boufenar et al. (2006), les variétés Saïda183, Rihane et Tichedrette sont largement utilisées distribuées en Algérie. D'autres races sont utilisées en fonction de leur région de prédilection. Certaines variétés existent mais ne sont pas très demandées comme le Jaidor (Dahbia), Barbarossa (Hamra), Ascad 176, (Nailia) et El-Fouara. Sélectionnez la variété à utiliser Dépend de ses caractéristiques agronomiques et de sa zone de culture.

**Tableau N° 01 : Variétés d'orge cultivées en Algérie (Boufenar et *al.*, 2006)**

Variétés	Caractéristiques
<b>Saïda 183</b>	Variété locale, semi-tardive, à paille moyenne et creuse, tallage moyen, bonne productivité, sensible aux maladies.
<b>Rihane 03</b>	A paille courte, précoce, fort tallage, bonne productivité, à double exploitation.
<b>Ascad 68 (Remada)</b>	Précoce, à fort tallage et bonne productivité, tolérante aux rouilles et à la verse, adaptée aux zones des plaines intérieures.
<b>Barberousse (Hamra)</b>	A paille moyenne, précoce, tallage moyen, bonne productivité, tolérante à la verse, à la sécheresse et au froid.
<b>Jaidor (dahbia)</b>	A paille courte, fort tallage, bonne productivité, tolérante aux maladies et à la verse, sensible au gel.
<b>Ascad 60 (Bahria)</b>	A paille courte et creuse, précoce, fort tallage, bonne productivité, sensible à la jaunisse nanisant et résistante à la verse.
<b>Ascad 176 (Nailia)</b>	Variété précoce, résistante à la verse et tolérante à la sécheresse, sensible aux maladies (rouille brune, oïdium helminthosporiose, rhynchosporiose).
<b>Tichedrette</b>	Variété locale, à paille moyenne, précoce, tallage moyen, bonne productivité et rustique.
<b>El-Fouara</b>	A paille courte ou moyenne, fort tallage, bonne productivité, tolérante au froid, à la sécheresse et à la verse, adaptée aux Hauts-plateaux.

**5. Aspect botanique**

L'orge est une plante annuelle à cycle végétatif court et se sème au printemps, récoltés avant l'été, les grains sont ovales et noirs ou violets. D'un point de vue morphologique, un grain d'orge est un caryopse à glumes adhérentes. Pendant le battage, l'enveloppe ne se sépare pas du grain (Andrew et *al.*, 2017).

L'orge, caractérisée par un pouvoir tallant plus fort que le blé et le système Racines plus superficielles et moins importantes (Soltner , 1986).

Cette plante a une tige cylindrique et creuse, entrecoupée de nœuds en forme de feuille, dont les hauteurs varient de 30 à 120 cm, selon la variété et les conditions de culture. Oreille ou tête composée d'épillets. Les nœuds sont reliés par des structures irrégulières appelées axes. Chaque épillet est composé de deux enveloppes, une pour les fleurs mâles et une pour les fleurs femelles. Les nœuds de la colonne peuvent être constitué d'un seul épillet ou de trois, l'inflorescence semble avoir deux ou six rangs, où se trouve la dénomination : orge à deux rangs ou à six rangs (Holloway. et C.E., 2017).

**6. Classification de l'orge**

Selon, **Reddy et al. (2004) :**

**Règne :** Plantae

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Liliopsida

**Sous Classe :** Commelinidae

**Ordre :** Poales

**Famille :** Poaceae

**Sous famille :** Hordeoideae

**Tribu :** Hordeae

**Sous Tribu :** Hordeinae

**Genre :** Hordeum

**Espèce :** Hordeum vulgare L.

D'un point de vue agricole, il existe deux types d'orge, orge à deux rangs et orge à six rangs (Lakshmi et *al.*, 2016).

La classification de l'orge selon la fertilité des épillets et la compacité de l'épi de (02) deux groupes :

**Groupe d'orge à six rangs** : les épillets moyens et latéraux étaient fertiles, Subdiviser selon la fermeté de l'épi de maïs.

**Groupe orge à deux rangs** : les épillets latéraux sont très rabougris, Stérile, seul l'épillet central se développera dans le grain.

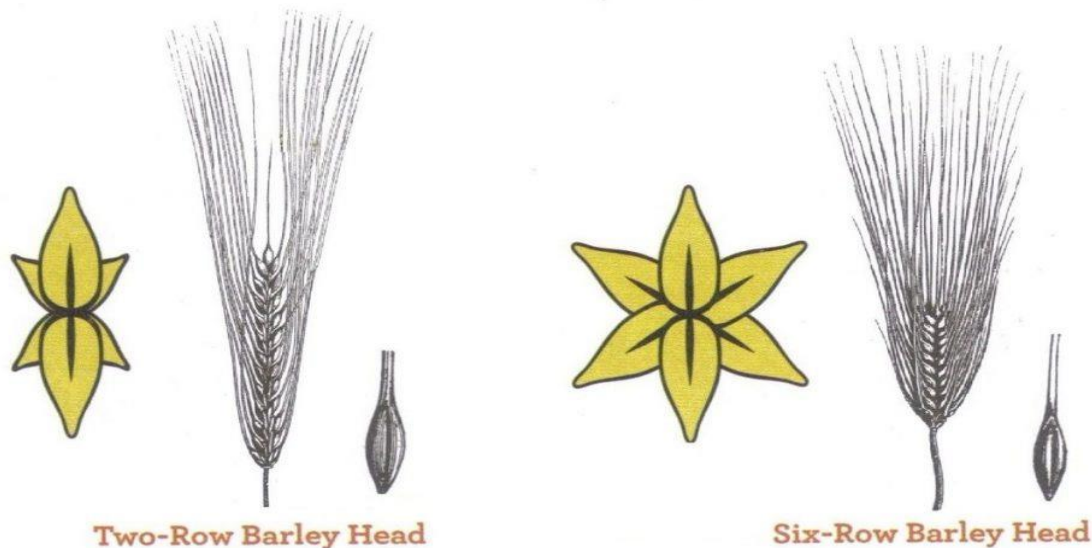


Figure 05: Schéma de l'épi d'orge : à gauche orge à deux rangs, à droite : orge à six rangs

Selon Soltner (2005), il divise l'orge en trois groupes :

Le cycle de développement de **l'orge d'hiver** varie de 240 à 265 jours. Pour assurer la montaison, ces orges ont besoin d'une température de vernalisation et montrent une résistance plus ou moins élevée au froid hivernal.

**Orge de printemps** à cycle de développement très court (environ 120 à 150 jours), prendre pied au printemps. Ces orges n'ont pas besoin de vernalisation pour assurer leur cycle.

**Orge de substitution** : ces orges se situent entre l'orge d'hiver et l'orge d'hiver le printemps.

## 7. La Morphologie de l'orge

Le grain est de forme elliptique et de couleur noir ou pourpre. D'un point de vue morphologique le grain d'orge est un caryopse à glumelles adhérentes chez les variétés cultivées. Les glumelles ou enveloppes ne se séparent pas du grain lors du battage (Andrew et *al.*, 2017). Les caractéristiques morphologiques de l'orge sont les mêmes que celles des herbes. C'est une céréale qui partage de nombreuses caractéristiques avec le blé. Système racine est Superficiel, la plupart des racines sont dans la couche superficielle de 05cm. Cependant, certaines racines peuvent avoir plus de 15 cm de profondeur (Zerafaet *al.*, 2017), (Linda et *al.*, 2016).

Les tiges sont généralement creuses et minces en deux rangées d'orge, Dans l'orge à six rangs, et donc plus sujette à la verse, il y a généralement cinq ou sept Dans des conditions normales de semis, le nombre de nœuds par tige produit en moyenne 2 à 6 talles par plant Mécanique (Irma et *al.*, 2017).L'inflorescence de l'orge est un épi constitué d'un axe central auquel est attaché aux épillets. Chaque épillet est composé d'une fleur et de deux glumes. La fleur est entourée de deux lemmes avec un pistil et trois étamines (Agnieszka et *al.*, 2016).

### 7.1. Anatomie et composition de la graine d'orge

Chez l'orge, le grain est le caryopse avec des glumes adhérentes. Les particules peuvent tomber glumelle comme dans l'orge nue, ou glumelle directement collées ensemble Céréales, comme c'est le cas pour la plupart des orges (Irma et *al.*, 2017).

La couche externe du noyau (enveloppe) et de l'ovule peut contenir des pigments spécifiques qui colorent les grains : (jaune, ours, violet, blanc). Les deux composants du grain sont l'embryon (la plantule à l'état dormant) et la protéine formée Réserves alimentaires des semis pendant et après la germination (Stanca et *al.*, 2016).

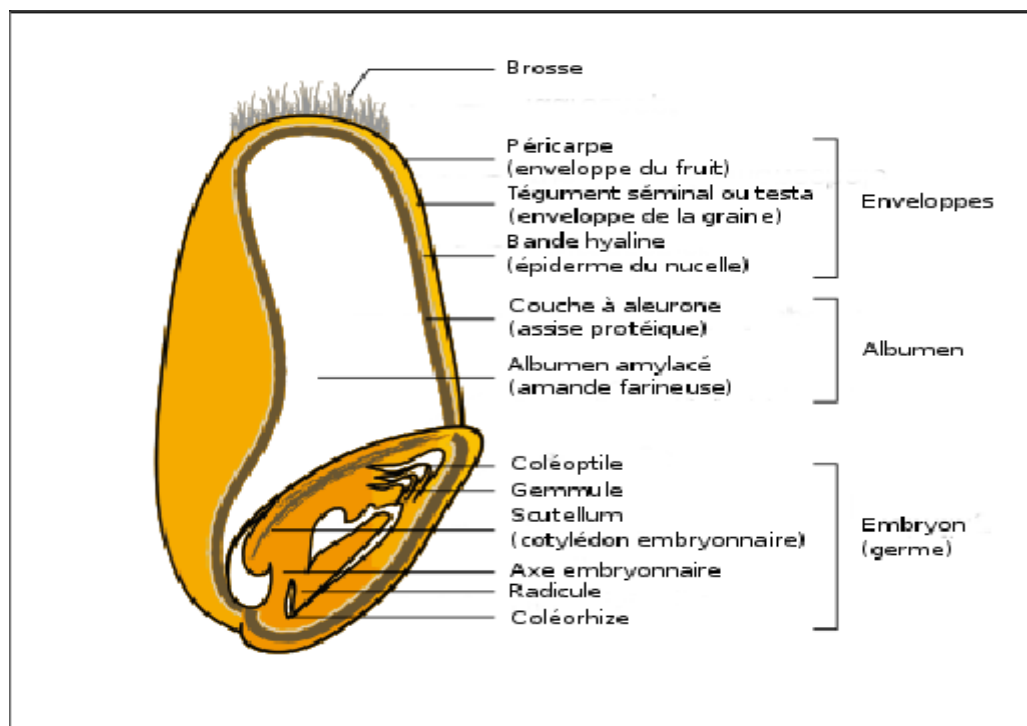


Figure 06: Anatomie et composition du grain d'orge (Clergt, 2011).

Il est composé de : 10 à 15% d'eau, 60 à 65% d'amidon, 10 à 11% de matières azotées, 5% de cellulose, 5% d'autre matière grasse (Moule, 1971), la composition chimique et la valeur nutritionnelle de deux variétés locales de l'orge est donnée dans les tableaux 4 ,5 et 6. (Arbouche, 2008).



**7.2. Cycle de développement de l'orge****7.2.1. La période végétative****a- Germination – levée**

Selon Sergio. N et al. (2016), la germination marque le passage de la dormance à une vie active, les graines absorbent 20 à 25% de leur poids en eau. La levée est marquée par l'émergence des coléoptiles et le semis en embryon. D'un point de vue culturel, la durée de cette phase dépend de la date de semis (Soltner ., 1986), selon Mekkaoui .A, (1989) cette phase dure 8 à 10 jours, pour les variétés précoces, par contre elle dure de 15 à 20 jours pour les variétés tardives.

**b- Le tallage**

C'est la décharge de plusieurs plateaux de talles apicales, probablement à la tige (Gabriela. L et al., 2004). Parmi les talles qui se sont formées, certaines cessent de croître et se dessèchent, tandis que d'autres continuent à pousser, d'où la différence entre la talle herbacée (TH) et la talle paniculaire (TE) et le rapport TE/TH est variable (Gabriela. L et al., 2004).

La formation de talles dépend largement de la variété d'orge plantée. Les conditions climatiques, en particulier la température, affectent directement la durée de la phase talle (Gabriela .L et al. 2004). Le taux de croissance se termine lorsque la quatrième feuille est bien développée. Cependant, le tallage peut se poursuivre tant que les pousses latérales poussent et se développent. (Sabine.T et al., 2015).

Achèvement précoce du stade végétatif, tardif et Des températures plutôt douces favorisent l'abandon des talles (Sabine.T et al., 2015).

Chaque bourgeon auxiliaire produit une tige secondaire. La première talle apparaît sur la quatrième feuille, et chaque nouvelle feuille correspond à l'apparition d'une talle (Mekkaoui.A, 1989). Lorsque la talle atteint le stade trois-cinq feuilles, elle acquiert une certaine indépendance vis-à-vis de la tige mère et est alimentée directement par ses propres racines (Steven.E, Ullrich, 2011).

Selon Lafarge .M, (2000), Binghamet .J et al., (2012), le rendement des talles dépend du génotype, du taux de semis, de la disponibilité des éléments minéraux du sol et de l'interception de la lumière. Ces auteurs ont également noté que le nombre de talles stériles était plus élevé lorsque les densités de semis étaient élevées. De plus, le pourcentage de talles fertiles par rapport au nombre total de talles variait selon la densité d'ensemencement. L'orge a une capacité de décharge de talle plus élevée que le blé.

**7.2.2. La période reproductrice****a-Montaison**

Les entre-nœuds des talles s'allongent rapidement et l'épi sur le dernier nœud commence à se former.(Shewry et Ullrich 2014).

Cette étape se termine lorsque le stigmat se différencie, c'est le gonflement de la gaine du drapeau, un signe qui apparaît près de l'oreille (Jochen et Nils, 2014). La température et la durée de la lumière ont une grande influence sur le déroulement de cette étape. De plus, la croissance des jeunes talles est perturbée lorsque les apports en eau et en azote sont insuffisants (Paul et *al.*, 2009).

**b- Epiaison – floraison**

Il est commencé par l'apparition de l'oreille, à l'extérieur des gaines foliaires de la peau et les épis sans gaine fleurissent généralement 4 à 8 jours après l'épiaison (Bahlouli et *al.*, 2005).

En effet, quelques jours après la fin de la montaison, les apex commencent à se différencier en contour d'épi. Depuis, le nombre d'ovules par oreille est fixe (Chiara et Maria, 2014).

La floraison correspond à l'apparition des anthères. Le nombre d'épillets dépend principalement du cultivar, des paramètres climatiques et des nutriments, et le nombre de grains finaux peut être observé deux semaines après la floraison (Antonio et *al.*, 2014).

**c- Formation des graines et maturation**

Lorsque le grain commence à gonfler, la croissance des talles s'arrête et les réserves synthétisées dans les feuilles migrent dans le grain. La maturation correspond à l'accumulation de stocks (amidon et matières protéiques) dans le grain et à sa perte d'humidité (Flaten et *al.*, 2015).

En plus les feuilles, l'épi et la tige contribuent également au remplissage du graine pour corriger le déséquilibre qui peut se produire lorsque la phase de remplissage rapide du grain n'a pas encore commencé et que la croissance végétative se poursuit pendant cette période. (Savin et *al.*, 2015).

**d- La maturité complète**

La teneur en humidité atteint environ 20% ; le grain est mûr et prêt à être récolté, c'est alors la période des moissons (Zibouche et Grimes, 2016).

## 8. Exigences agro écologique

Certaines variétés nécessitent peu d'eau et sont tolérante à la salinité et à d'autres conditions de stress. Par conséquent, cette espèce est d'une grande importance dans les zones où le blé ne peut pas être cultivé en raison d'un sol inadéquat et d'une irrigation insuffisante (Sriman et *al.*, 2018). L'orge peut végéter dans des sols calcaires alluvial, limoneux, ayant un pH de 8,1, un teneur de 0,38 de carbone organique, et où N, P et K sont disponibles (185,0 kg ha<sup>-1</sup>, 15,25 kg ha<sup>-1</sup> et 265,0 kg ha<sup>-1</sup> respectivement) (Sriman et *al.*, 2018).

### 8.1-Climat

L'orge (*Hordeum vulgare* L.) est une céréale rustique qui produit du grain. Même en présence d'orge grain et de biomasse en Algérie, cette capacité est associée à sa maturité précoce et à son système racinaire puissant. Il faut un cycle de lumière, de douze à treize heures, pour s'afficher et durer. À mesure que la longueur du jour augmente, le temps entre l'émergence et l'épiaison diminue. L'orge est dans les mêmes conditions de croissance, plus tôt que le blé. Elle est plus rustique, donc peut pousser à haute altitude (> 1000 m). Elle a peur d'autre part, les environnements humides et chauds (Menad A, 2008).

### 8.2-Pluviométrie

La production d'orge consomme généralement moins d'eau par gramme de matière sèche par rapport aux autres céréales, mais l'orge donne la consommation d'eau n'est pas linéaire (Soltner, 1990). Le rendement augmente lorsque la consommation d'eau atteint 350 mm, puis le rendement décline dû à l'excès d'eau (Hakimi, 1993).

### 8.3-Rayonnement

La croissance des plants d'orge est généralement favorisée par le rayonnement solaire. En fait, une forte énergie lumineuse ou un rayonnement peut améliorer la photosynthèse, tandis que les basses températures ralentissent le développement des plantes, prolongeant ainsi chaque étape du cycle évolutif de la plante (Simon et *al.*, 1989).

### 8.4-La température

La température joue un rôle primordial pour la germination des graines d'orge. La température optimale de germination se situe entre 12°C et 25°C, mais elle peut avoir apparaît entre 4 et 37°C en présence d'humidité dans le sol (Simon et *al.*, 1989). La vitesse de germination dépend de la somme des températures. Ainsi, si la température moyenne, après le semis, est de 7°C, la semence germe après 5 jours (en présence d'humidité dans le sol alors qu'elle nécessite 3,5 jours si la température moyenne est de 10°C (Abdelmadjid, 2016).

# **Chapitre II :**

# **La Germination**

## 1. Généralités sur la germination

### 1.1 Définitions

La germination des graines est un phénomène naturel qui intervient lorsque des semences sont imbibées d'eau dans des conditions favorables de température, d'oxygénation et d'obscurité (Baumgartner et Emonet, 2007). Ce phénomène est la somme des événements qui vont de la graine sèche à la percée radiculaire : cela commence par la prise d'eau ou imbibition qui permet l'activation métabolique et se termine par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine (Morot, 2012).

### 1.2. Conditions de germination

La germination ne s'effectue qu'en présence de certaines conditions, qui se divisent en deux catégories : Facteurs externes et facteurs internes.

*La graine : Organe de dissémination caractéristique des spermaphytes, résulte de la fécondation de l'ovule. Elle est constituée essentiellement ; à l'intérieur des téguments, par l'embryon et les réserves qui lui seront nécessaires à la germination. (Heller, 2000)*

#### 1.2.1. Facteurs externes de germination

La germination ne peut avoir lieu que si l'eau, la température et l'oxygène sont assurées.

- **Eau** : est évidemment indispensable et doit être disponible dans le milieu extérieur en quantité suffisante (Heller et al., 2004). L'eau dissout l'oxygène et lui permet d'atteindre l'embryon (Chaux et Foury, 1994). L'absorption de l'eau par la semence s'effectue par osmose, au travers du tégument qui, lui-même, plus au moins cellulosique, en retient des quantités importantes (Diehl, 1975).
- **Oxygène** : La germination exige obligatoirement de l'oxygène (Soltner, 2007). Selon Heller (2000), les taux d'oxygène par l'embryon eux-mêmes sont faibles, souvent de l'ordre de 0,5 %, mais il y a lieu de tenir compte de l'obstacle mis par les téguments et l'albumen à la diffusion du gaz. C'est à dire : l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui forment une barrière, mais elle est aussi considérée comme une réserve (Meyer et al., 2004).
- **Température** : La température a deux actions : Soit directement en augmentant la vitesse des réactions biochimiques, c'est pourquoi faire élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (Mazilak, 1982).
- **Lumière** : La lumière agit de manière différente sur les espèces. Elle inhibe la germination des graines à photosensibilité négative et stimule celles à photosensibilité positive, (Anzala, 2006). Les espèces indifférentes à la photosensibilité sont rares (Heller et al., 1990).

### 1.2.2. Facteurs internes de la germination

Les conditions internes de germination sont liées à la graine elle-même : elle doit être vivante, mature, capable de germer (non dormante) et saine. (Jeamet *al.*, 1998).

D'après Heller., (2000). La maturité de la graine : c'est-à-dire toutes ces parties constitutives sont complètement différenciées morphologiquement. La longévité des semences : durée pendant laquelle elles restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif.

### 1.3. Types de germination

D'après Hopkins (2003), on distingue deux types de germination :

- **Germination épigée** (épi : dessus ; gê : sol) : l'hypo cotyle (*hypo*, en dessous des cotylédons) s'allonge d'abord, propulsant les cotylédons et les premières feuilles qui y sont enfermées, hors du sol
- **Germination hypogée** (*hypo* : dessous ; *gê* : sol) : l'hypocotyle reste court et compact, les cotylédons demeurent dans le sol. Au contraire l'**épicotyle** (*epi*, au-dessus des cotylédons) s'allonge fortement et propulse les feuilles hors sol

## 2. Physiologie de la germination

Selon Labbe (2004), la germination se traduit par une activation des activités enzymatiques dans toutes les parties de la graine (embryon et tissus de réserve), conduisant à la croissance de l'embryon et à la constitution d'un germe.

### 2.1. Les phases de germination

D'après, Hopkins, (2003) et Heller et *al.*, (2004), la cinétique de prise d'eau permet de caractériser la germination en trois phases :

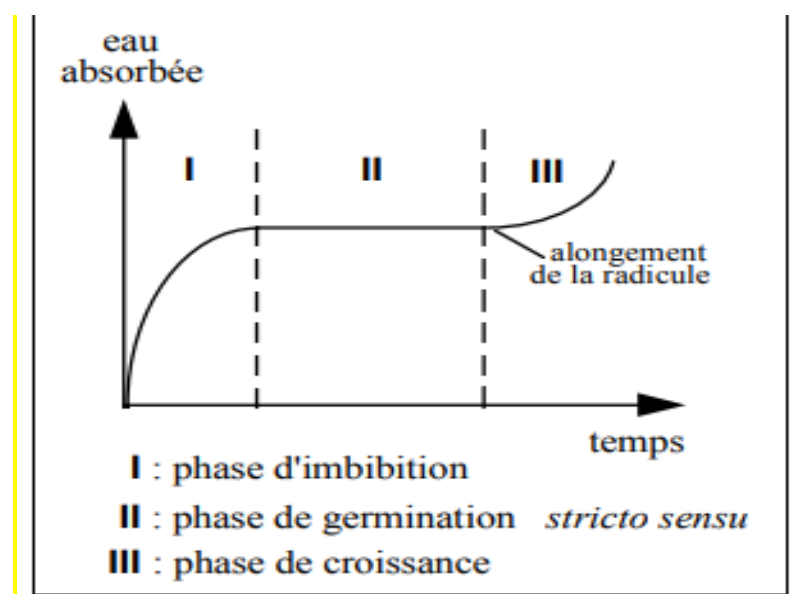


Figure 07 : Courbe théorique des étapes de germination d'une semence (Côme, 1982)

▪ **Phase I : phase d'imbibition** : correspondant à une forte hydratation des tissus, accompagnée d'une élévation de l'intensité respiratoire (Heller et *al.*, 2000). Elle implique un mouvement d'eau dans le sens de potentiel hydrique décroissant (Hopkins, 2003). Le premier changement observé dès le début de l'imbibition est la reprise de la respiration. Cette phase est assez courte, elle ne dure que quelques heures. (Morot G, 2012).

▪ **Phase II : phase de germination au sens strict** :

Elle est caractérisée par une stabilisation de l'hydratation et de l'activité respiratoire à un niveau élevé. L'imbibition par l'eau est suivie d'une activation générale du métabolisme de la graine, dans cette phase on assiste à une reprise des divisions et grandissement cellulaires (Hopkins, 2003).

C'est le cas des gibbérellines qui sont véhiculées vers la couche à aleurones où elles vont activer la synthèse d'hydrolases (telles que les amylases, les nucléases ou les protéinases) nécessaires à la dégradation des réserves, à la division et l'élongation cellulaire. Les  $\alpha$ -amylases hydrolysent l'amidon stocké dans l'albumen et libèrent des molécules de glucose, substrat du métabolisme respiratoire. La phase de germination au sens strict se termine avec la percée du tégument par la radicule, rendue possible grâce à l'allongement des cellules (Heller et *al.*, 2004).

L'hydratation des tissus et des enzymes est totale. L'eau rend mobiles et actives les phytohormones hydrosolubles en stock dans la graine. C'est le cas des Gibbérellines qui sont véhiculées vers la couche à aleurone où elles vont activer la synthèse d'hydrolases (telles que les  $\alpha$ -amylases, les nucléases et les protéinases) nécessaires à la dégradation des réserves, à la division et l'élongation cellulaire (Anzala, 2006).

**Phase III** : caractérisée par une reprise de l'absorption d'eau et une élévation de la consommation d'oxygène qui serait due aux enzymes néo synthétisées (Anzala, 2006), puis très rapidement, on assiste à une reprise des divisions et grandissement cellulaires (Hopkins, 2003). A ce stade, la déshydratation des tissus cause la mort des semences. La germination est terminée lorsque la radicule émerge des téguments de la graine.

### **3. Différents obstacles de la germination**

Ce sont tous des phénomènes qui empêchent la germination (Mazilak, 1982). Lorsque les graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, l'humidité et l'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, sont des graines dites (dormant), et leur dormance peut concerner soit le tégument on parle alors à l'inhibition tégumentaire, soit l'embryon, on parle alors de dormance embryonnaire (Soltner et *al.*, 2001).

**▪ 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 » (Chaussat et *al.*, 1975).

**▪ 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 » (Soltner.,2001).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 leur viabilité dans le sol.

D'après Mazilak (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 résistantes pour que l'embryon puisse les rompre.

**▪ 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 (Mazilak.,1982). Mais dans les conditions de laboratoire en utilise la scarification soit chimique ou physique.

**4. Dormances des graines**

La dormance est un état physiologique durant lequel les fonctions biologiques d'une plante sont stoppées. C'est un repos apparent de l'activité de croissance d'un organisme ou d'une partie d'un organisme. Le processus est régulé par les hormones végétales et en particulier par l'acide abscissique. La dormance peut concerner la graine ou les bourgeons (Hilhorst 2007).

**4.1. Type de dormance**

Les semences qui ne germent pas dans les différentes conditions de milieu, sont des semences dites « dormantes », et leur dormance peut concerner soit les téguments (inhibition tégumentaire), soit l'embryon (dormance au sens strict), soit les deux à la fois (Soltner, 2001).



**a-tégumentaire**

L'imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène cause des dormances tégumentaires, c'est le cas des graines dures (Soltner, 2001). 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.

**b- Dormance embryonnaire**

Selon Baskin (1998), la dormance embryonnaire est due à la présence d'un embryon « *sous-développé* » au moment de la dissémination des graines. Il existe deux types de dormance embryonnaire :

❖ La dormance primaire où l'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences. (Chaussat *et al.*, 1975).

❖ La dormance secondaire dont laquelle l'embryon est capable de germer mais il perd cette aptitude sous l'influence des facteurs défavorables à la germination (Chaussat *et al.*, 1975).

# **Chapitre III :**

## **La salinité**

### 1. Généralité sur le stress salin

La salinité est un facteur abiotique qui réduit la production agricole. (Atou et *al.*, 2020). Il existe de nombreux sels tels que CaCl et NaCl, etc. Mais le NaCl affecte les végétaux plus que les autres sels. Les écarts d'influence de la solution saline sur la croissance de la plante sont liés au stress hydrique, le déséquilibre nutritionnel, des effets ioniques particuliers ou un effet cumulatif de tous ces facteurs. (Atou et *al.*, 2020).

La salinité du sol est l'un des principaux stress abiotiques limitant la croissance des plantes cultivées. Cette salinité peut être naturelle ou causée par les activités agricoles. Comme l'irrigation ou l'utilisation de certains types d'engrais (Jabnour, 2008).

La salinité déclencherait un stress environnemental très significatif chez les plantes cultivées, qui constitue un obstacle majeur sur la productivité agricole. (Ben kaddour, 2014). La plupart des terres agricoles, qui sont touchées par différents degrés de salinité, sont situées dans des régions semi-arides ou arides (Liu et *al.*, 2020). Huang et *al.*, (2019). Actuellement, sur 1.5 milliard d'hectares de terre cultivée dans le monde, (5%) sont affectés par la teneur excessive en sel. (R'him et *al.*, 2013).

En Algérie, la salinité des sols ou encore les eaux d'irrigation chargées en sels, représentent un facteur limitant de la production, notamment dans les régions semi arides et arides (Boutahraoui et *al.*, 2017).

### 2. La salinité

La salinité est un obstacle qui affecte le développement et la croissance des végétaux dans les régions arides et les régions semi arides qui souffrent avec la salinité des sols. (Bouassaba et Chougui, 2018). Elle limite fortement la productivité végétale à 40 % de la surface terrestre, notamment en région méditerranéenne.

En Algérie, 3,2 millions d'hectares sont affectés par la salinité (Benrebiha et *al.*, 2012). C'est une menace permanente pour la survie des plantes (Bouassaba et Chougui, 2018), entraînant une réduction des terres arables et une menace pour l'équilibre alimentaire dans ces zones (Ben Khaled et *al.*, 2007) Un sol est dit « salin » si sa conductivité électrique est  $> 4 \text{ dSm}^{-1}$  ( $\approx 36 \text{ mM}$ ) (Bui, 2013).

La salinisation des sols est un phénomène qui correspond à une accumulation excessive de sel, entraînant une diminution de la fertilité des sols (Benrebiha et *al.*, 2012). Cela est dû à des concentrations trop élevées de sels solubles ou à des concentrations anormalement élevées de Na, Ca, et  $\text{Mg}^{++}$  sous forme de chlorures, de carbonates ou de sulfates (Asloum, 1990).

### **3. Classification des plants selon la salinité**

#### **3.1. Les Halophytes**

Les halophytes sont des plantes naturellement adaptées aux milieux salés. La concentration intracellulaire de ces plantes en sel peut atteindre 1M grâce à l'haloadaptation spécifique des enzymes de la paroi cellulaire et des tissus (Flowers et Colmer, 2015)

##### **3.1.1. Les halophytes sont classés de différentes manières :**

- En fonction de la teneur en sel interne"

✓ Sur la base du contenu interne en sel deux catégories sont distinguées les plantes De type « inclusif » (Include) stockent le sel dans les vacuoles, le sel est ainsi isolé, De type « exclusif » (Exclude) empêchent le sel de remonter jusqu'aux feuilles. Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne des cellules de la racine. (Konnerup et *al.*, 2015).

✓ Sur la base de leur réponse morphologique, les halophytes sont de deux types : Excrétrices de l'excès de sel, visible sur la feuille sous forme de cristaux (Flowers et Colmer, 2015) ou succulentes capable de stocker de l'eau dans leurs feuilles épaisses. (Konnerup et *al.*, 2015).

#### **3.2. Les glycophytes**

Les glycophytes ne sont pas capables de survivre dans des conditions salines mais ils utilisent certaines stratégies des halophytes pour faire face au sel. (Rui Guo., 2021). Les glycophytes ont des comportements soit inclusifs ou exclusifs selon les génotypes (Chinnusamy et *al.*, 2004).

### **4. Effet de la salinité**

En agriculture, la salinité a été le stress abiotique le plus pénible ayant un effet néfaste prononcé sur les caractéristiques physiologiques, morphologiques et biochimiques des plantes cultivées, y compris l'absorption d'eau et de nutriments, la germination, la croissance, la photosynthèse, les actions enzymatiques et le rendement (Cissé et *al.*, 2019).

Le stress de salinité est l'une des menaces les plus importantes pour la durabilité de la production. Il réduit la germination, la croissance des semis ainsi que la croissance de la reproduction en perturbant de nombreux processus physiologiques et métaboliques vitaux qui entraînent une forte baisse du rendement et de la qualité en fonction de la fréquence et de l'étendue de l'environnement salin. (EL Sabagh Aet *al.*, 2021).

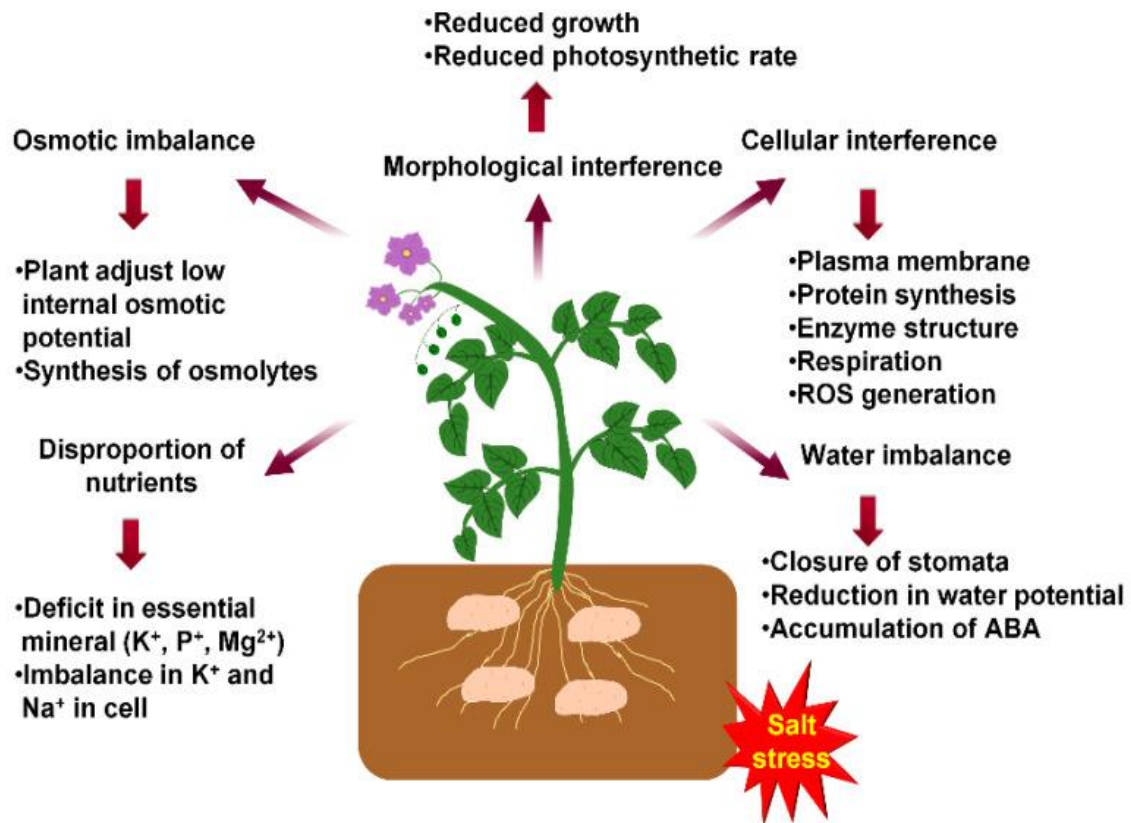


Figure 8 : Modèle schématique montrant les effets de la salinité.

Le stress salin provoque des changements morphologiques visibles tels que le vieillissement prématuré des feuilles, le déclin de la croissance des racines. Il interfère avec l'équilibre osmotique en raison de l'accumulation d'ions toxiques. Les ions toxiques entraînent des interférences cellulaires et la génération de ROS qui provoquent une perturbation de la membrane plasmique, une entrave à la respiration et des dommages à la structure enzymatique. Ces ions provoquent une carence en nutriments essentiels et leur déséquilibre. Le stress salin provoque également un stress osmotique qui conduit à un déséquilibre hydrique et en raison de laquelle la fermeture des stomates et la réduction du potentiel hydrique se produisent. (Kumar N Ch., Et *al.*, 2021).

#### 4.1. Effet de la salinité sur la plante

Il réduit le potentiel hydrique des plantes, entraînant une homéostasie ionique ou déséquilibre ionique, qui peut entraîner une toxicité ion. Cet état altéré de l'eau entraîne une croissance réduite et une restriction productivité végétale. Puisque le stress salin est également impliqué dans le stress osmotique. La stagnation de la croissance est liée à la concentration de sels solubles ou potentiel osmotique de l'eau du sol. (Snoussi et Abbad, 2012).

Les effets de la salinité se produisent à des degrés divers au niveau de la plante entière, entraînant des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires.

lares qui ont un impact négatif sur la croissance et la productivité des plantes (Wang et *al.*, 2001). De manière générale, la salinité du milieu peut inhiber, voire inhiber, la régénération (Belfakih et *al.*, 2013). Par conséquent, la sélection d'espèces tolérantes au sel sera la solution à cette limitation (Bouassaba et Chougui, 2018).

#### **4.2. Effet de stress salin sur la germination et la croissance**

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 (Benidire et *al.*, 2015). La salinité a eu des effets négatifs sur la germination et la croissance végétative de tous les génotypes d'orge cultivés dans des conditions environnementales contrôlées. (Ayah Awad, et *al.*, 2021).

D'après (Benidire et *al.*, 2015) L'étude de la cinétique de germination montre qu'une concentration croissante en sel engendre un retard de la germination. Ce retard peut être expliqué. D'autre part, L'augmentation de la concentration en sel ne retarde pas la germination bien qu'elle diminue le taux de germination et réduit le pourcentage final de germination. La germination des graines en présence du stress salin varie d'une espèce à l'autre (Bouda et Haddioui, 2011)

#### **4.3. Effet de la salinité sur la croissance et la morphologie de la plante**

Chez certaines espèces végétales, les dommages causés par le stress salin se manifestent souvent par une série de changements morphologiques et physiologiques (Levignaron et *al.*, 1995).

Selon Zouaoui et *al.*, (2018) La salinité réduit la croissance des parties aériennes des plantes. Elle se manifeste par une diminution des paramètres de croissance tels que la hauteur finale de la plante et la biomasse fraîche et sèche de la plante. La réponse directe au stress salin est une réduction du taux d'expansion de la surface foliaire, qui s'arrête si la concentration en sel augmente (Boutahraoui et *al.*, 2017). Cette réduction de la croissance est le résultat d'une réduction du nombre de divisions cellulaires lors d'un stress abiotique au niveau cellulaire (Benmahioul et *al.*, 2009).

D'une façon générale, l'irrigation avec les eaux salines naturelles conduit à l'augmentation de la salinité dans les milieux et a pour conséquence une chute des prélèvements hydrominéraux des plantes. Alors que le déséquilibre ionique dans les eaux salines naturelles a pour conséquence une dépression qui peut provoquer un ralentissement de la croissance en raison de la lenteur d'absorption hydrominérale, un retard dans la croissance des végétaux

qui peut même s'arrêter définitivement : nanisme, une fructification hâtive et peu abondant et dans les cas extrêmes, la plante meurt avant d'avoir pu se reproduire. Ces accidents sont d'ailleurs dus davantage à la sécheresse physiologique qu'à une absorption excessive de sels (Snoussi et Chikhi, 2012).

Plusieurs recherches ont apporté une réduction de croissance de la plante en raison de la salinité, cependant, il existe des différences dans la tolérance au stress salin entre les espèces et les cultivars (Gaid, 2015). D'après Otu *et al.*, (2018) le blé soumis à un stress de salinité présentait une réduction de la longueur de la tige, du poids de la tige et de la matière sèche des pousses.

#### 4.4. Effet de la salinité sur la nutrition minérale des plantes

Ce stress osmotique se traduit essentiellement par l'accumulation toxique des ions dans les cellules et/ou un déséquilibre nutritionnel dû à un excès de certains ions (Souguir *et al.*, 2013). Des études sur le piment ont montré que le stress salin a entraîné une diminution significative de la teneur en K et une augmentation significative de la teneur en  $\text{Na}^+$  chez les deux variétés étudiées (Bouassaba et Chougui, 2018)

Sous salinité NaCl, il semble que  $\text{Cl}^-$  ait tendance à entraver la croissance et le développement des cultures en induisant la carence en phosphore et en soufre en inhibant l'absorption de  $\text{PO}_4^{3-}$  et de  $\text{SO}_4^{2-}$ . Cependant, il n'en demeure pas moins que des conclusions généralisables peuvent ne pas être tirées des recherches publiées et des résultats pertinents. Pour une conclusion concise, il devient pertinent de distinguer l'effet  $\text{Cl}^-$  et contre cations dans un environnement salin. Il est absolument nécessaire de mener d'autres expériences concernant le comportement des contre cations imperméables à la membrane d'un sel spécifique. En outre, le mécanisme moléculaire sous-jacent de l'absorption antagoniste des nutriments reste incertain. Cependant, l'une des justifications possibles peut être attribuée à la concurrence antagoniste pour un site de liaison aux protéines de transport des ions sels. (EL Sabagh *et al.*, 2021).

Une autre justification peut être la fuite de  $\text{Cl}^-$  des pores protéiques, qui déplacent quantitativement  $\text{PO}_4^{3-}$  ou  $\text{SO}_4^{2-}$  entraînant une forte baisse de leur absorption. Les deux scénarios mentionnés ci-dessus reposent sur des pores transmembranaires, des attributs physico-chimiques tels que leur charge et leur taille. Par exemple, le rayon ionique  $\text{Cl}^-$  hydraté est similaire à  $\text{SO}_4^{2-}$ . Il semble que sous stress de salinité, les cultures glycophytes n'aient pas été nécessaires pour échapper à l'absorption de  $\text{Na}^+$  et de  $\text{Cl}^-$  au cours du processus de sélection et d'évolution, ce qui a entravé le développement d'un mécanisme d'adaptation sur le site transporteur pour différencier les nutriments requis et les ions indésirables des sels.

Ainsi, on pourrait en déduire que deux stratégies à volets englobant la réduction de l'absorption des ions sel et leur remplacement dans la solution du sol ainsi que dans les plantes nécessitent des études plus approfondies pour faire face au grave défi de la salinité et assurer la durabilité de la production céréalière. (EL Sabagh et *al.*,2021).

#### **4.5. Effet de la salinité sur la photosynthèse**

Le stress de salinité est un facteur limitant majeur qui conduit à une réduction de la photosynthèse en raison de la perturbation du système pigmentaire photosynthétique. (Sarker U., Oba S. 2019).

La concentration plus élevée de NaCl inhibe l'absorption de l'azote du sol, qui est un élément majeur requis par la plante pour la synthèse de la chlorophylle (Kaya C et *al.*,2009).

L'ion magnésium ( $Mg^{2+}$ ) est nécessaire à l'activation de diverses enzymes lors de la synthèse de la chlorophylle, où il agit comme cofacteur d'enzymes, ainsi qu'une partie de la chlorophylle. Cependant, l'absorption de Mg est également entravée dans des conditions de stress de salinité élevée (Abdel Latef A,et *al.*,2011, Ashraf M., AkramN.A2009).

La fermeture des stomates augmente sous stress de salinité, réduisant ainsi l'absorption de  $CO_2$  par le pore stomatique et donc la réduction de la photosynthèse. Le taux de photosynthèse par unité de surface a été réduit en raison d'une réduction du nombre de stomates (Charfeddine M.,2019).

Pour effectuer la photosynthèse, le photosystème II (PS II) joue un rôle vital à partir des deux systèmes pigmentaires (PS I et PS II). Parmi les deux photosystèmes, la PS II est très sensible au stress de salinité, et l'efficacité de la PS II a été signalée comme étant diminuée dans les feuilles de pomme de terre (Kolomeichuk L.V., 2020).

La protéine PS II a deux sites d'interaction électronique, à savoir le côté donneur et le côté accepteur. (Mehta P.,et *al.*,2010) a rapporté dans le blé que, sous des stress salins élevés, le côté donneur est plus vulnérable à être affecté que le côté accepteur dans cette protéine PS II. Cependant, l'effet du stress salin est réversible à la fois aux sites accepteurs et donneurs de la protéine PS II. Avec la protéine moléculaire, l'organite subcellulaire est également gravement affecté par le stress salin. Sous stress salin élevé, l'ampleur de la réduction des activités photosynthétiques s'est avérée plus élevée chez les pommes de terre témoins que chez les lignées transgéniques. (Wang L.,2019).



**4.5. Effet de la salinité sur la disponibilité de l'eau**

L'accessibilité de l'eau dans les plantes est un facteur crucial pour tous les processus physiologiques et métaboliques des plantes, La concentration plus élevée de sels provoque un stress osmotique chez les plantes, ce qui entraîne un faible potentiel hydrique dans la culture du blé (Qamar et *al.*, 2020).

Alors que des études récentes ont rapporté que la tolérance au stress de salinité dans la plante est contrôlée par la conductivité hydraulique, qui peut être corrélée à la présence d'aquaporine sur la membrane, Il est également bien connu que l'accumulation de sel dans la zone racinaire entraîne une diminution du potentiel osmotique, ce qui diminue finalement le potentiel hydrique qui réduit l'eau disponible dans la zone racinaire.( Ruiz-Lozano J.M.,2012).

Le stress de salinité est un facteur majeur pour limiter le rendement et les caractéristiques de qualité des grains, et il affecte gravement la phase de reproduction en modifiant l'homéostasie ionique, l'état de l'eau et l'assimilation du partage. Application foliaire d'antioxydants et de régulateurs de croissance qui maintiennent un niveau d'eau approprié dans les feuilles pour faciliter l'ajustement de l'activité osmotique et stomatique. L'introduction d'espèces cultivées à racines profondes est nécessaire pour abaisser la nappe phréatique, mais la tolérance au sel sera requise non seulement pour les espèces « déshydratantes », mais aussi pour les cultures annuelles qui suivent, car le sel sera laissé dans le sol lorsque la nappe phréatique sera abaissée. (Arshad et *al.*, 2020).

**5. Mécanisme de tolérance des plantes a la salinité**

Les végétaux s'adaptent à un milieu fluctuant et contraignant en modifiant leurs caractéristiques morphologiques, phénologiques et physiologiques (Garance, 2018).

Les plantes tolérantes à la salinité utilisent plusieurs mécanismes physiologiques et biochimiques pour s'adapter au stress lié à la salinité, il existe un manque de cultivars de blé robustes tolérants à la salinité dans le monde. Par conséquent, les physiologistes des plantes, les sélectionneurs et les agronomes doivent élaborer une stratégie intégrée et durable pour améliorer la tolérance au sel dans le blé. Parmi ces stratégies d'atténuation, les pratiques de gestion des sols, l'établissement des cultures, ainsi que l'application foliaire d'antioxydants et de régulateurs de croissance en maintenant un niveau d'eau approprié dans les feuilles pour faciliter l'ajustement de la performance osmotique et stomatique pourraient être explorés plus avant pour atténuer l'effet néfaste de la salinité sur le rendement du blé et la qualité des grains. Cependant, des stratégies de sélection, en particulier la pyramide des gènes, devraient être entreprises pour développer des variétés tolérantes au sel en explorant des ho-

mologues de gènes halotolérants à partir de matériel génétique de semences. (EL Sabagh Aet *al.*, 2021).

Cependant, une approche intégrée impliquant des pratiques pédologiques et agronomiques (gestion du système de drainage, lixiviation du sel, gestion des nutriments pour le remplacement des ions sel), des stratégies physiologiques (ajustement osmotique, amorçage des semences, amélioration de l'efficacité de la photosynthèse et relation avec l'eau), biochimiques (oxydoréduction, ion et homéostasie hormonale) et moléculaires (développement de transgéniques, génie génétique, identification de gènes, insertion, édition ou tranchage de gènes) doit être développée pour améliorer les effets de salinité et stimuler la production céréalière sur une base durable. (EL Sabagh A., et *al.*, 2021).

### 5.1. Homéostasie ionique

Le stress salin est également connu sous le nom de stress hyper-ionique. L'accumulation de sel se produit dans les tissus des pousses pendant les phases de croissance de la plante. La concentration plus élevée de  $\text{Na}^+$  dans la plante conduit à inhiber l'absorption des ions  $\text{K}^+$ , qui est l'un des éléments minéraux essentiels à la croissance et au développement. (Ishikawa T., Shabala S, 2019).

Le stress ionique est la composante spécifique du stress salin à laquelle les plantes doivent faire face lorsqu'elles poussent dans des sols salins. À cet égard, les halophytes sont généralement considérés comme des Na-inclueurs, c'est-à-dire que la tolérance au sel est associée à une accumulation élevée de  $\text{Na}^+$  dans les feuilles. Cependant, il faut tenir compte du fait que les mécanismes permettant de tolérer des niveaux potentiellement toxiques de  $\text{Na}^+$  dans les tissus foliaires sont efficaces jusqu'à un certain niveau de salinité, jusqu'à ce que la limite de tolérance au  $\text{Na}^+$  cytoplasmique soit dépassée, car ces mécanismes sont assez similaires dans les glycophytes et les halophytes (Flowers et *al.*, 2010). Ainsi, des variétés avec des caractères incluant et excluant ont été identifiées dans le quinoa malgré la présence de feuilles de cette espèce avec des cellules épidermiques de la vessie (EBC), des cellules spécialisées qui ont un rôle clé en tant que puits de sel pour la séquestration externe de  $\text{Na}^+$  (Shabala et *al.*, 2013). en plus de caractéristiques anatomiques particulières, l'homéostasie ionique est maintenue par des transporteurs membranaires comme SOS1 (Salt Overly Sensitive 1), qui extrude  $\text{Na}^+$  hors de la racine et facilite son chargement dans le xylème, et HKT1s (transporteur  $\text{K}^+$  à haute affinité 1), impliqués dans la récupération de  $\text{Na}^+$  du xylème sous stress salin, ainsi que NHX1 (échangeur  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  1), impliqué dans la compartimentation vacuolaire  $\text{Na}^+$  (Munns et *al.*, 2012; Nieves-Cordones et coll., 2016; Jaime-Pérez et coll., 2017).

L'accumulation de  $\text{Na}^+$  provoque une altération importante de l'homéostasie  $\text{K}^+$ , de telle sorte que le rapport  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  a été considéré comme un indice de taux de tolérance au sel non seulement chez les glycophytes mais aussi chez les halophytes (Cai et Gao, 2020 ; Kiani-Pouya et coll., 2020).

Par conséquent, les transporteurs  $\text{K}^+$  peuvent être des déterminants clés de la tolérance au sel, notamment KT, HAK ou KUP (famille KT / HAK / KUP). Ainsi, le transporteur de type quinoa CqHAK5 entraîne l'afflux de  $\text{K}^+$  dans les CBE de la feuille pour contribuer à l'équilibre osmotique du cytosol contre la pression osmotique due aux vacuoles contenant du sel (Böhm et al., 2018). Le transporteur SKOR (Stellar  $\text{K}^+$  Outward-Rectifying) est également important car il est impliqué dans le transport  $\text{K}^+$  longue distance de la racine à la pousse, vers les vaisseaux du xylème (Nieves-Cordones et al., 2016).

Des recherches sont en cours pour élucider l'importance du quinoa soumis au stress salin de ces transporteurs impliqués dans l'homéostasie  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ , bien que d'importantes avancées aient déjà été réalisées (Ali et al., 2020).

La plupart des études sur la tolérance au sel des halophytes sont menées à des niveaux de salinité très élevés (supérieurs à 300 mM de NaCl) et avec de courtes périodes d'exposition au sel, du point de vue agronomique, ces conditions sont insupportables. Par conséquent, si nous sommes intéressés à identifier les mécanismes de tolérance au sel et à sélectionner des caractères utiles dans le but de maintenir la production céréalière, des niveaux de sel plus faibles devraient être appliqués et la tolérance au sel évaluée tout au long du cycle de vie de la plante.

## 5.2. Ajustement osmotique

L'un des principaux caractères physiologiques de tolérance aux contraintes du milieu est l'ajustement osmotique (Zouaoui et al., 2018).

Les plantes déclenchent des mécanismes de tolérance qui aident à s'adapter au stress osmotique et ionique causé par une salinité élevée. Ces mécanismes permettent la régulation de la pression osmotique interne (Driouich et al., 2001) et la détoxification des cellules (Le Rudulier, 2005 ; Ashraf et Foolad, 2007). Ils comprennent la synthèse de solutés organiques osmoprotecteurs (Hanana et al., 2011), principalement des sucres solubles et des acides aminés tels que la proline et la glycine bêtaïne (Taji et al., 2004 ; Denden et al., 2005), et dans le cytoplasme et les organites (Ashraf et Foolad, 2007 ; Chen et Jiang, 2010).

L'équilibre osmotique du cytoplasme est alors assuré par la synthèse active de composés organiques solubles (Greenway et Munns, 1980).

L'accumulation de ces composés organiques a été mise en évidence chez plusieurs espèces végétales soumises à la contrainte saline. Cette accumulation varie dans de larges proportions suivant l'espèce, le stade de développement et le niveau de la salinité (Zouaoui et *al.*, 2018).

L'osmoprotection s'étant affirmée comme une nouvelle forme de sélection indirecte, prédictive, d'espèces à potentiel d'adaptation élevé, (Brinis et Belkhodja, 2015).

Ces deux éléments biochimiques (proline et sucres solubles) peuvent être considérés comme « marqueurs biochimiques » du degré de tolérance au stress salin (Belfakih et *al.*, 2013).

### 5.3. Système antioxydant

La production d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) en réponse à tout type de stress (stress biotique et abiotique) dans la plante est la principale réponse à la condition de stress (Ramegowda V., et *al.*, 2020). Les molécules ROS produites sous stress sont les radicaux hydroxyles ( $\bullet\text{OH}$ ), l'oxygène singulet ( $^1\text{O}_2$ ), le peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), le radical alcoyle (RO) et le radical superoxyde ( $\text{O}_2^{\bullet-}$ ) (Sarker U., Oba S 2018). Ces molécules ROS entraînent l'activation du stress oxydatif secondaire, ce qui entraîne des dommages aux systèmes membranaires (Negrão S., et *al.*, 2017). Le ROS est produit à partir de chloroplaste, de peroxyosome, d'apoplaste et de mitochondries qui diminuent la synthèse des protéines, l'inactivation des enzymes et perturbent le métabolisme cellulaire (Choudhary A.,2020, Gao H.J, et *al.*, 2015). Pour éviter les dommages oxydatifs, les molécules antioxydantes sont synthétisées pour récupérer ces ROS et prévenir les dommages oxydatifs. La plante essaie de rencontrer la condition de stress à l'aide de l'activité antioxydante enzymatique et non enzymatique (Sarker U., et *al.*,2020). Les antioxydants non enzymatiques comprennent la bétalaïne, les caroténoïdes, les tocophérols, les acides ascorbiques, différents composés phénoliques et flavonoïdes tels que les phénols simples, les différents acides hydroxybenzoïques et acides hydroxycinnamiques, les flavanols, les flavonols, les flavones, les flavanones, etc. ont une capacité de trempe radicalaire élevée (Eskandari H.,*etal.*,2020, Okon O.G,2019) . Sous des stress abiotiques tels que la sécheresse et la salinité, les plantes ont développé des mécanismes ou des voies pour améliorer l'accumulation de ces antioxydants non enzymatiques pour détoxifier les ROS(Hussain Wani S.,*etal.* , 2013). L'augmentation d'enzymes telles que la catalase (CAT), la superoxyde dismutase (SOD), la glutathion peroxydase (GPX), la guaiacol peroxydase (POX), la monodéhydroascorbate réductase (MDHAR), la glutathion-S-transférase (GST), la déhydroascorbate réductase

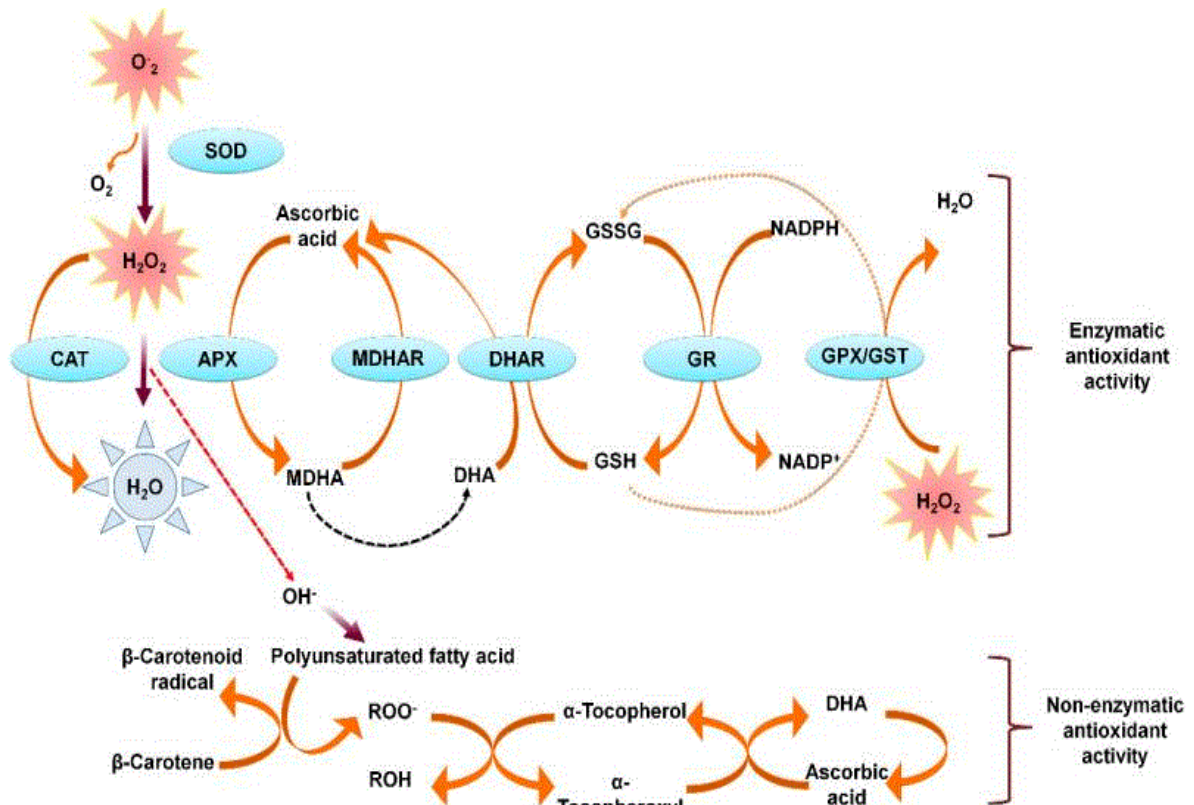


Figure 09: Détoxification des espèces réactives de l'oxygène (ROS) par l'activité antioxydant enzymatique et oxydante non enzymatique dans la cellule végétale. (Choudhary Aet *al.*,2020)

(DHAR), la glutathion réductase (GR), l'ascorbate (AsA) et le glutathion (GSH) sont synthétisées en réponse au stress salin. (Choudhary Aet *al.*, 2020).

Détoxification des espèces réactives de l'oxygène (ROS) par l'activité antioxydante enzymatique et oxydante non enzymatique dans la cellule végétale. Superoxyde dismutase (SOD), catalase (CAT), peroxydase ascorbique (APX), glutathion peroxydase (GPX), glutathion S-transférase (GST), monodéhydroascorbate réductase (MDHAR), déhydroascorbate réductase (DHAR), glutathion réductase (GR) sont les protéines responsables de l'élimination des ROS par l'activité antioxydant enzymatique. L'élimination des ROS par l'activité antioxydant non enzymatique nécessite  $\beta$ -carotène (vitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le  $\alpha$ -tocophérol (vitamine E) et le glutathion réduit (GSH). (Kumar N., 2021).

#### 5.4. Adaptation morphologique

La réponse saline des espèces végétales dépend de plusieurs variables, d'abord l'espèce elle-même, la variété, mais aussi la concentration en sel, les conditions de croissance et le stade de développement de la plante (Mrani et *al.*, 2013).

Selon Hanana et *al.*, (2014) Le nombre et la surface foliaire sont des caractères importants pour l'adaptation au stress salin des cépages. En effet, la diminution de la surface

foliaire peut correspondre à une forme d'adaptation à la salinité, ce comportement tendant à minimiser les pertes d'eau lors de la transpiration.

La diminution du rendement en biomasse sèche est une réponse typique au stress salin (Hanana et *al.*, 2014). En revanche, en réponse à une salinité élevée, le poids sec des racines a été augmenté chez toutes les espèces par rapport au poids sec des parties aériennes. On pense que cela améliore le rapport source-puits de l'approvisionnement en eau et en nutriments dans de telles conditions de stress. (Zekri et Parsons, 1989).

La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique. En effet, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages seront irréversibles (Zhu, 2001 ; Karoune et *al.*, 2017).

**Chapitre IV :**  
**Les phytohor-**  
**mones**

### **1. Les phytohormones**

Les phytohormones ont des effets favorisant la croissance et d'autres effets physiologiques, tels que le myo-inositol (MI), la 6-benzylaminopurine (6-BA), l'acide naphthyl acétique (NAA), l'acide indoleacétique (IAA), l'acide 2,4-acide dichlorophénoxyacétique (2,4-D), l'acide gibbérellique (GA) et l'acide abscissique (ABA) ont été étudiés. Les résultats ont montré que les sept phytohormones sélectionnées exerçaient des effets significatifs sur la croissance, la photosynthèse, la respiration. (Hexin Lv et *al.*, 2018).

Les phytohormones régulent divers processus biologiques chez les plantes. Au cours des dernières décennies, des efforts de recherche approfondis ont mis en évidence l'existence de signaux phytohormonaux et leur transduction dans les plantes. Parmi les phytohormones, les voies de transduction du signal de l'auxine (Aux), de l'acide abscissique (ABA), des cytokinines (CK), des gibbérellines (GA) et de l'éthylène (ET) ont été étudiées en profondeur. (Hexin et *al.*, 2018).

Les connaissances acquises à partir des études de transduction du signal des phytohormones ont été pratiquement valorisées grâce à la manipulation génétique. Le génie génétique a permis aux biologistes des plantes de manipuler les voies de signalisation des hormones végétales pour le développement de variétés de cultures avec un meilleur rendement et une meilleure tolérance au stress. (Hexin et *al.*, 2018).

### **2. Diaphonie des hormones végétales sous stress biotiques et abiotiques**

Les hormones végétales telles que l'acide salicylique (SA), les jasmonates (JA) et l'éthylène (ET) agissent comme des signaux pour déclencher et médier un large éventail de réponses de défense. Au cours de la dernière décennie, d'autres hormones qui ont déjà été impliquées dans le développement des plantes et les réponses au stress abiotique, telles que l'auxine, les acides gibbérelliques (GA), les brassinostéroïdes (BR), l'acide abscissique (ABA) et les cytokinines (CK), ont également émergé. En tant que facteurs critiques activement impliqués dans l'immunité des plantes et jouant un rôle dans le réglage précis de l'immunité et de la croissance/développement (Bari et Jones 2009 ; Grant et Jones 2009).

Les connaissances acquises à partir des études de transduction du signal des phytohormones ont été pratiquement valorisées grâce à la manipulation génétique. Le génie génétique a permis aux biologistes des plantes de manipuler les voies de signalisation des hormones végétales pour le développement de variétés de cultures avec un meilleur rendement et une meilleure tolérance au stress. (Lam S et *al.*, 2014).



### 3. Régulation de la croissance

Toutes les réponses physiologiques à divers stress tels que la sécheresse ou la salinité provoquent un déséquilibre hormonal endogène (Itai, 1999).

La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique (Zhu, 2001).

En effet ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour limiter les effets du stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages sont irréversibles. Pour illustrer cette tendance, dans la nature, la croissance est inversement corrélée à la résistance au stress salin d'une espèce ou variété. En plus du contrôle de la croissance par les signaux hormonaux, la réduction de la croissance résulte de la dépense de ressources dans les stratégies d'adaptation (Zhu, 2001).

### 4. Acide salicylique

L'acide salicylique (acide o-hydroxy benzoïque, Mr=138), libre ou conjugué, est un produit phénolique naturel présent en abondance dans l'écorce et les feuilles de saule (*Salix alba*), dont les propriétés analgésiques sont connues depuis l'antiquité (Heller et al., 2000).

Isolé en 1838 à partir de son conjugué (salicine) et synthétisé au laboratoire en 1897, il est un constituant de l'aspirine (acide acétylsalicylique). L'acide salicylique est présent chez tous les végétaux, mais ses plus fortes teneurs se rencontrent dans les tissus producteurs de chaleur et ceux qui sont l'objet d'attaques parasitaires (Heller et al., 2000).

L'acide salicylique, les JA et l'ET interviennent dans les voies de signalisation centrales pour la défense des plantes contre les agents pathogènes de différents modes de vie. L'auxine, les GA, les CK, l'ABA et les BR régulent principalement la croissance et le développement des plantes ainsi que les réponses au stress abiotique, mais ont également divers effets. (Choudhary S et al., 2012).

#### 4.1. Biosynthèse de l'acide salicylique

L'acide salicylique résulte de la  $\beta$ -oxydation et de l'hydroxylation de l'acide trans-cinnamique, un dérivé de la phénylalanine. Le passage de la phénylalanine à l'acide trans-cinnamique est une désamination catalysée par la phénylalanine-ammoniac lyase (PAL). Deux autres réactions : hydroxylation par une mono oxygénase à cytochrome P450,  $\alpha$ -oxydation, interviennent ensuite, sous deux modalités différentes selon les matériels, pour donner l'acide salicylique (Heller et al., 2000).

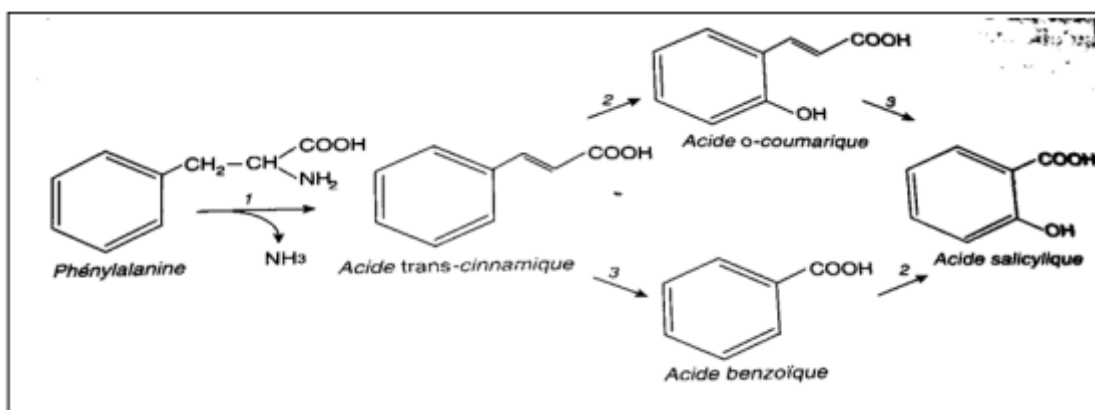


Figure 10: Biosynthèse de l'acide salicylique

#### 4.2. Relation entre l'acide salicylique avec la salinité

L'effet de l'acide salicylique (AS) sur la tolérance au sel a été examiné chez des jeunes plantes issues de semis ont été cultivées pendant douze jours en salle climatisée sur des milieux nutritifs enrichis en NaCl 100 mM et contenant ou non de l'acide salicylique 0,1mM. La croissance pondérale des organes aériens est réduite de 36% en présence de NaCl et seulement de 21% lorsque l'AS est ajouté au milieu. Les racines restent peu sensibles à NaCl. Chez les plantes cultivées en milieu salin, la teneur en  $\text{K}^+$  des différents organes est diminuée. L'addition d'AS atténue le déficit en  $\text{K}^+$  et diminue l'accumulation de  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  dans les organes aériens. Ces résultats suggèrent que l'AS améliore la tolérance au sel chez la plante en assurant une meilleure alimentation en  $\text{K}^+$  et en ralentissant le transport de  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  vers les feuilles (Ben ahmed *et al.*, 2010).

# **Partie expérimentale**

**Chapitre V :**  
**Matériels**  
**et méthodes**

**Matériels et méthodes :****1. Objectif de l'étude**

L'objectif de ce travail porte sur l'évaluation de l'efficacité de l'extrait aqueux des feuilles du Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.), l'hydrolat de la lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) et l'application exogène de l'acide salicylique, sur l'amélioration du pouvoir germinatif des graines de l'orge (*Hordeum vulgare*) soumises au stress salin par l'application de deux concentrations de chlorure de sodium (NaCl), 150 et 250meq/l.

**2. Matériel utilisés****2.1. Matériel végétal :**

L'essai a été réalisé dans les laboratoires de la faculté des sciences et de la technologie de l'université de Tissemsilt. L'expérimentation est menée sur des semences de l'orge (*Hordeum vulgare*) Saida 183 fournies par l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sebaine Tiaret (Algérie) en 2022.

- ✚ Variété : Saida.
- ✚ Source : ITGC Tiaret.
- ✚ Saison de récolte : 2020/2021.
- ✚ Catégorie : G4.

Les principales caractéristiques de ce génotype sont :

- ✚ Origine : locale.
- ✚ Epis : blanches et courtes avec épis noirs non Surpeuplés.
- ✚ Nombre du grain : 26 grain /épi.
- ✚ Longueur de la lige : 60/90 cm (creuse).
- ✚ Maturité : tardive par rapport aux autres variétés.
- ✚ Rendement : bonne productivité.

**2.2. Matériels de laboratoire**

**Le matériel de laboratoire** : Le matériel de laboratoire utilisé pour effectuer l'expérimentation est le suivant : Bécher, Fiole, Agitateur, Eau distillée, HCl, Etuve, Papier-filtre, Pipette, Balance de précision, Burette.

Les produits utilisés : Na Cl, acide salicylique, l'eau distillé, acide sulfurique, phénol, éthanol, folin & ciocalteu's phénol, sodium carbonate anhydres, acide gallique, aluminium chlorite, quercitrine.

Boite de Pétri : L'essai est réalisé dans des boites de pétri en plastique de 4.5cm de diamètre, un papier filtre est posé sur la base de chaque boite.

## 2.3. Les bio stimulants

### 2.3.1. Hydrolat de la lavande

Le lavande *stoechas L.* est une espèce végétale bien connue fait également partie de la famille des Lamiacées ou Labiées. Il possède donc les mêmes caractéristiques morphologiques et communes à l'ensemble de cette famille (Balouiri, 2011). Elle se présente sous la forme d'un arbrisseau et pouvant atteindre un mètre de haut (Benabdelkader, 2012), tomenteux, blanchâtre, tétragones (Jullien, 2016), très ramifié et très aromatique avec une lourde odeur semblable à celle du pin (Benabdelkader, 2012).

La plante est également employée traditionnellement dans la médecine populaire comme anti-inflammatoire (Sosa et Altinier, 2005), antioxydant (Gören et al., 2002), expectorant et stimulant (Giray et Kirici, 2008).

### 2.3.1. Critères de choix de la plante

Vu l'importance de la biodiversité de notre région, on a essayé d'étudier une espèce végétale : *L. stoechas L.*, appartient à la famille des Lamiacées, le choix de cette plante est basé sur leur richesse en antioxydants naturels à savoir les poly phénols, les flavonoïdes, les Tannins, etc. qui possèdent des activités anti oxydantes et plusieurs activités.

### 2.3.1. Les compositions chimiques du plant

✓ Selon Ferreres et al. (1986) ; Lawrence (1996); Mastelic et Kustrak (1997).

Les constituants chimiques potentiellement actifs du genre *Lavandula* sont :

- Mono terpènes :  $\alpha$ -pinène, 3-pinène, 3-ocimène, camphre, limonene, p-cymène, sabinène, terpinène
- Mono terpène alcools:  $\alpha$ -terpinéol, bornéol, lavandulol, linalol, p-cymen-8-ol, Transpivocarvéol.
- Mono terpène aldéhydes : aldéhyde de cumin.
- Mono terpène éthers : 1,8-cinéole.
- Mono terpène esters : acétate de linalyl, acétate de terpényl.
- Mono terpène cétones : carvone, coumarine, crypton, fenchone, méthylhéptenone, noctanone, nopinone, p-méthylacétophénone p Benzénoides: eugénol, coumarine, carvacrol, acide hydroxycinnamique, acide rosmarinique, thymol.
- Sesquiterpènes : caryophyllène, oxyde de caryophyllène,  $\alpha$ -photosantanol, OE-santalal,  $\alpha$ -norsantalénone.
- Traces de nombreux autres composés, tels que les flavonoïdes.

### 2.3.2. Pistachiers lentisques

Le lentisque est une espèce xérophile. Il se développe sur des sols siliceux et sec, il se développe sur des sols calcaires. C'est une espèce indifférente aux propriétés physico-chimiques du sol mais préfère des sols à faible concentration en phosphore et potassium conjugués avec des concentrations différentes en carbonates de calcium et en azote (Dogan et *al.*, 2003 in Bensalem, 2015)

*Pistacia lentiscus* est une espèce circumméditerranéenne, A l'étage thermoméditerranéen (0 et 500-600 m), et en bioclimat humide et essentiellement sub-humide, les structures dominantes sont constituées, sur calcaires surtout, par les brousses à Olivier, Caroubier et Lentisque (Quezel, 2000). Grâce à sa variabilité morphologique et biochimique et son grand polymorphisme génétique (Correia et B, 2000 in Hacid, 2016).

#### Le screening phytochimique

Le screening phytochimique des feuilles et des petits rameaux du lentisque a mis en évidence la présence de plusieurs composés chimiques réputés avoir des activités biologiques intéressantes [Tableau02]. Ils'agit des substances polyphénoliques dont les tannins catéchiques et galliques, des flavonoïdes (anthocyanes, flavones et leucoanthocyanes), des stérols et triterpènes, des saponosides et en fin les composés réducteurs (oses, holosides et mucilage). L'absence totale des hétérosides cyanogénétiques diminue fortement les risques toxicologiques liés à l'usage de *Pistacia lentiscus* L. (Andersen and Markham, 2010).

**Tableau N° 02 :** Le screening phytochimique des feuilles et des petits rameaux du lentisque a mis en évidence la présence de plusieurs composés chimiques.

Métabolites secondaires		Réaction
Alcaloïdes		-
Tanins	Chatéchiques	++++
	Galliques	+++
Flavonoïdes	Anthocyanes	++
	Flavones	++
	Flavanones	-
	Flavanonols	-
	Leucoanthocyanes	+++
	Catéchols	-
Composés réducteurs	Oses et holosides	+++
	Mucilages	++
	Hétérosides cyanogénétiques	-
Terpénoïdes	Stérols et triterpènes	++
	Saponosides	+++

++++ : Réaction très positive ; +++ : Réaction positive ; ++ Réaction moyennement positive ; + : Réaction douteuse ; - : Test négatif

### 3. Méthode :

#### 3.1. Préparation des solutions :

Nous avons préparé quatre types de solutions :

1. Première solution avec le chlorure de sodium (NaCl).
2. Deuxième solution avec l'acide salicylique (AS).
3. Troisième solution avec l'hydrolat de lavande papillon
4. Quatrième solution avec le pistachier.

##### 3.1.1 Solutions de l'acide salicylique

Nous avons préparé une concentration avant de 0.05 mM à 1000 ml de l'eau distillé. Nous soulignons qu'il n'y a pas de travaux antérieurs sur l'acide salicylique, pour cela, on a choisi cette concentration.

##### 3.1.2 Solutions de chlorure de sodium

Pour le traitement au chlorure de sodium on a pris 2 concentrations 150 mM et 250 mM.

$$n = \frac{C \times M}{V}$$

**Tableau N° 03 :** préparation de la solution de chlorure de sodium

Solutions	Concentration de Na CL mM.L <sup>-1</sup>	Na CL en G/L 0 0
Solution témoin (eau distillée)	0	0
Solution 1	150	8,78
Solution 2	250	14,63



### 3.1.3 Solutions de l'hydrolat de lavande

Après découpage et le séchage des feuilles et des rameaux fins de la lavande, on met le produit séché dans le ballon de l'hydro distillateur en ajoutant de l'eau. Lorsqu'on chauffe le ballon, l'eau se vaporise en libérant les molécules d'intérêt. Après refroidissement et condensation de la vapeur, on va récupérer notre liquide mélange dans la verrerie. On sépare les huiles essentielles et l'hydrolat par décantation. On n'utilise l'hydrolat qu'après dilution cinq fois.



Figure 11: Opération d'extraction de l'hydrolat de lavande papillon par hydro distillation (photo ©)

### 3.1.4. Solution de l'extrait aqueux du pistachier

Après la préparation de la poudre de pistachier lentisque nous avons mélangé 50 g de poudre dans un bécher avec 200 ml eau distillée, avant la filtration et l'utilisation on garante une bonne agitation à l'aide de l'agitateur-secoueur pendant 24 Heurs

On va filtrer la solution obtenue deux fois avec l'utilisation d'un papier filtre.

On dilue la solution 30 fois avant l'utilisation.



Figure 12: Agitation et filtration de l'extrait aqueux des feuilles de pistachier lentisque (©)

**NB :** la solution obtenue conservée dans un réfrigérateur et dans un milieu loin de la lumière.

### 3.2. Préparation des Semences

- Les semences sont désinfectées, en les trempant dans l'eau distillée avec quelques gouttes de l'eau javel pendant 5 minutes.
- Ensuite, elles sont soigneusement rincées à l'eau distillée 3 fois et sont laissées sécher.
- Après le séchage, des semences sont sélectionnés selon leur morphologie, leur taille et leur couleur.



**Figure 13: Semences d'orge traitées (photo ®)**

### 4. Expérimentation

- Après 24 heures les semences sont soigneusement lavées avec de l'eau distillée et laissées sécher rapidement à l'air libre entre 2 papiers filtre.
- Les semences es sont enfin ensemencées dans des boites de pétri stérilisées de 9 cm de Ø et 1.3 cm d'épaisseur, doublement tapissées de papier filtre. Dans chacune des boîtes, on a déposé soigneusement 20 graines.
- Chaque essai porte 180 semences, soit 3 répétitions de 20 semences par boite de pétri.

Notre travail s'est fait en quatre étapes :

#### **Essai 1- Action du chlorure de sodium sur les graines de l'orge (Bloc01)**

- **Série N° 01 :** les03 boites de pétri sont imbibées avec une quantité d'eau distillée égale à 20 ml, (témoin).
- **Série N° 02 :** les03 boites de pétri sont imbibées avec une quantité d'eau distillée égale à 10 ml et une quantité de chlorure de sodium (150) égale à 10 ml.
- **Série N° 03 :** les03 boites de pétri sont imbibées avec une quantité d'eau distillée égale à 10 ml et une quantité de chlorure de sodium(250) égale à 10 ml.

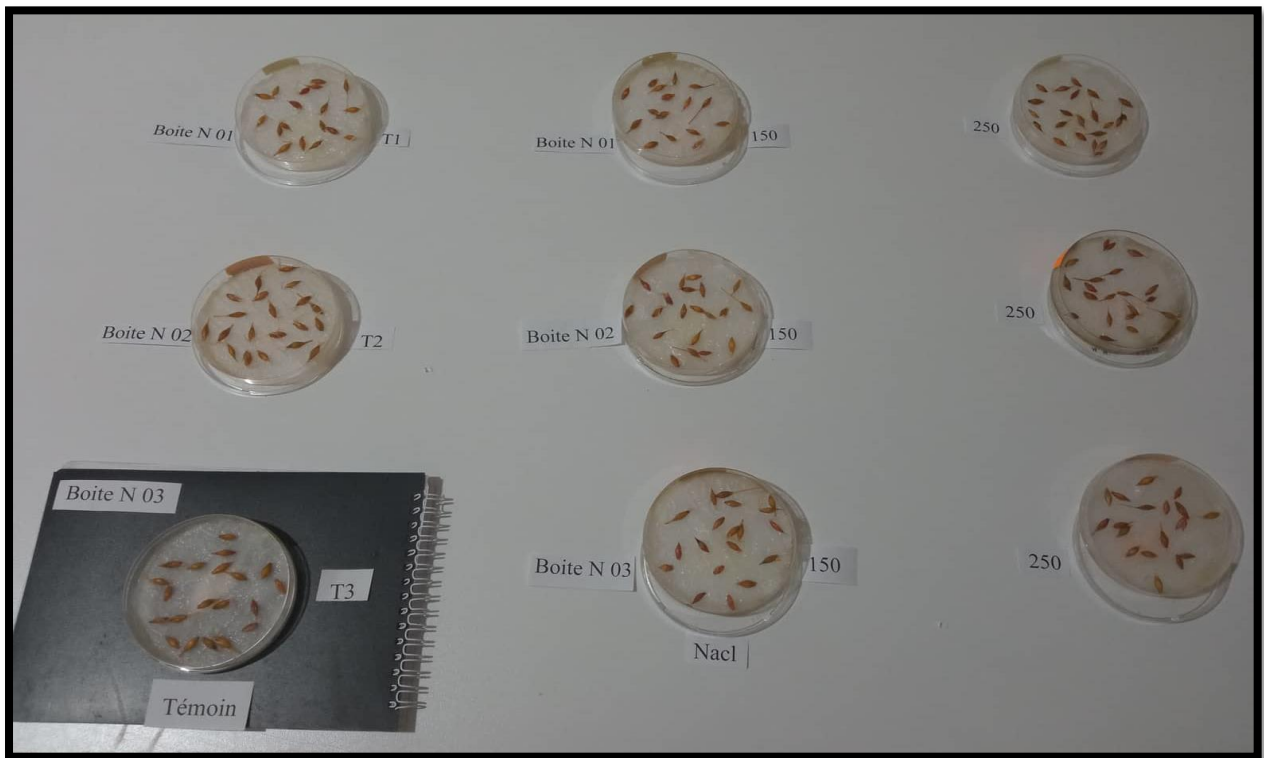


Figure 14: Répartition des boîtes de Pétri contenant les graines d'orges (photo ®)

#### Essai 2- Action de l'A.S sur les graines de l'orge(Bloc02)

- **Série N°01** : les03 boîtes de pétri sont imbibées avec une quantité acide salicylique égale à 20 ml.
- **Série N°02** : les03 boîtes de pétri sont imbibées avec une quantité acide salicylique égale à 10 ml et une quantité de chlorure de sodium (150) égale a 10 ml.
- **Série N° 03** : les03 boîtes de pétri sont imbibées avec une quantité acide salicylique égale à 10 ml et une quantité de chlorure de sodium (250) égale a 10 ml.

#### Essai 3- Action de l'hydrolat de lavande sur les graines de l'orgeBloc03)

- **Série N° 01** : les03 boîtes de pétri sont imbibées avec une quantité d'hydrolat de lavande égale à 20 ml.
- **Série N° 02** : les03 boîtes de pétri sont imbibées avec une quantité d'hydrolat de lavande égale à 10 ml et une quantité de chlorure de sodium (150) égale a 10 ml.
- **Série N° 03** : les03 boîtes de pétri sont imbibées avec une quantité d'hydrolat de lavande égale à 10 ml et une quantité de chlorure de sodium (250) égale a 10 ml.

**Essai 4- Action du pistachier sur les graines de l'orgeBloc04)**

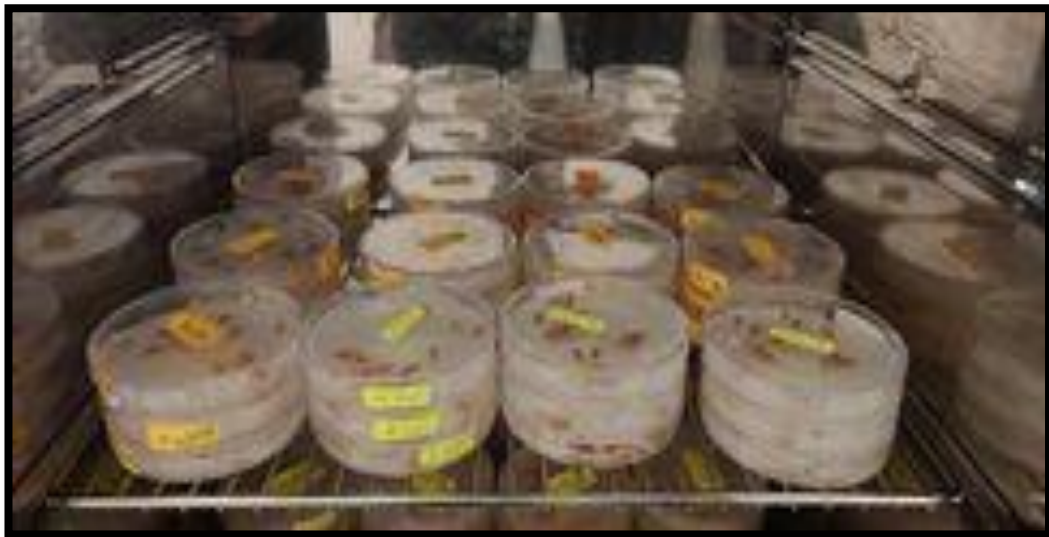
- **Série N° 01 :** les 03 boîtes de pétri sont imbibées avec une quantité du pistachier égale à 20 ml.
- **Série N° 02 :** les 03 boîtes de pétri sont imbibées avec une quantité du pistachier égale à 10 ml et une quantité de chlorure de sodium (150) égale à 10 ml.
- **Série N°03 :** les 03 boîtes de pétri sont imbibées avec une quantité du pistachier égale à 10 ml et une quantité de chlorure de sodium (250) égale à 10 ml.

Elles sont fermées pour éviter l'évaporation de l'eau, et sont disposées dans une étuve réglée à 25°C de température.

- On imbibe à chaque fois, que cela est nécessaire pour ne pas laisser les graines sécher.

- On Assure la surveillance quotidiennement les graines pour compter les graines germées, les essais ont duré 120 Heures ou bien jusqu'à la stabilisation de germination.

- Au bout de 05 jours, nous avons vu qu'aucune autre graine n'a germée sous les différents traitements, pour cela, nous avons fixé 120 heures pour le suivi.



**Figure 15: Mise des boîtes de Pétri à l'étuve (photo ®)**

On considère qu'une semence a germée lorsque la radicule perce le tégument qui mesure environ 2 mm (Côme. D and Corbineau. F, 1998).

**5. Paramètres mesurés :**

Les essais de germination sont réalisés *in vitro*. Ils sont effectués dans des boîtes de Pétri, tapissées de papier filtre. Les graines germées sont dénombrées régulièrement, en prenant comme critère de germination la percée des enveloppes par la radicule, Lorsque le nombre des graines germées se stabilise, nous avons achevé nos observations.

La germination des graines de l'orge est appréciée à l'aide des paramètres suivant :

- Le taux quotidien de germination estimé en %.
- La précocité de germination exprimée en % des graines germées le 1er jour.
- Le taux final des graines germées exprimé en %.

C'est le pourcentage quotidien de germination maximale ou taux quotidien de germination obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur, il dépend des conditions de germination et des traitements préalablement subis par les semences.

Le taux de germination final, ce paramètre constitue le meilleur moyen d'identification de la concentration saline qui présente la limite physiologique de germination des graines. Il est exprimé par le rapport de nombre des graines germées sur le nombre total des graines.

Le taux quotidien de germination est calculé sur la base du nombre de graines nouvellement germées à chaque observation.

### 5.1. Taux quotidien de germination

C'est le pourcentage quotidien de germination maximale ou taux quotidien de germination obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur, il dépend des conditions de germination et des traitements préalablement subis par les semences (Mazilak, 1982).



Figure 16: premières graines germées (photo ®)

Le taux de germination final, ce paramètre constitue le meilleur moyen d'identification de la concentration saline qui présente la limite physiologique de germination des graines. Il est exprimé par le rapport de nombre des graines germées sur le nombre total des graines.

Le taux quotidien de germination est calculé par le nombre de graine dans le jour.

### **5.2. La précocité de germination**

En général, chaque espèce dispose d'une précocité de germination spécifique à sa nature. Car même placée dans les mêmes conditions expérimentales, le début d'apparition de la radicule à travers la membrane n'aura pas lieu en même temps chez toutes les graines (Renard, 1975). Ce paramètre est déterminé lorsque nous observons les premières graines germées. Dans ce cas, la précocité de la germination est exprimée par le taux des premières graines germées correspondant à l'intervalle de temps entre le semis des graines et les premières graines germées (Belkhodja, 1996).

### **5.3. Taux cumulé final de graines germées**

C'est la cinétique d'évolution de la germination, obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur, il dépend des conditions de germination et des traitements subis par les semences (Belkhodja et Bidai., 2004).

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

### **5.4. La longueur des radicules :**

Pour évaluer la germination et la croissance de la plante vis-à-vis du stress salin nous avons mesuré la longueur de la radicule. Nous avons mesuré la hauteur de la tige et racine en millimètres (mm) à l'aide d'une règle graduée.

On a choisi quatre plantules représentatives de chaque traitement. Les valeurs données sont les moyennes obtenues des quatre plantes parmi trois répétitions. Nous renseignons sur l'effet du stress sur la germination et la croissance des plantes stressées comparativement au témoin.

### **5.5. Dosage des sucres totaux :**

100mg de graines germées issues des différents milieux sont trempés pendant 24h dans 5mL d'éthanol à 80%. Dans des tubes à essais propres, on met 2mL de la solution à analyser, on ajoute 1mL de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillée). Après, 5mL d'acide sulfurique concentré 96% a été rajouté rapidement tout en évitant de verser de l'acide contre les parois du tube. Une solution jaune orange est obtenue à la surface, on

On passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. On laisse les tubes pendant 10 mn et on les place au bain-marie pour 10 à 20 mn à une température de 30°C (La couleur de la réaction est stable pendant plusieurs heures.). Les mesures d'absorbances sont effectuées à une longueur d'ondes de 485 nm.

On répète le même protocole mais les grains germés issues des différents milieux sont trempés pendant 48h.

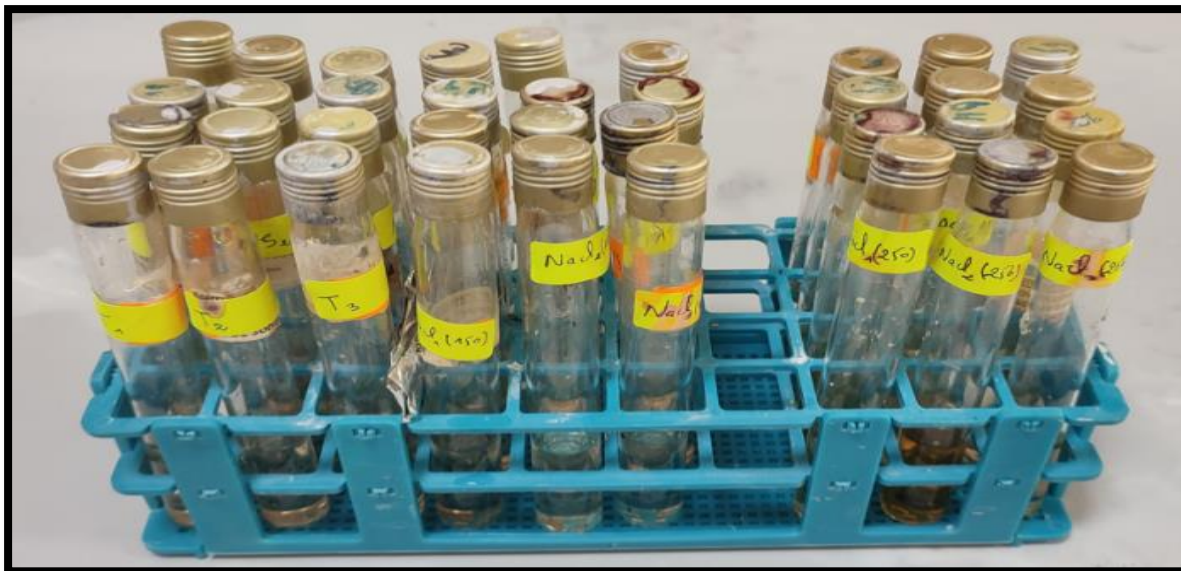


Figure 17: Dosage des sucres totaux (photo ®)

## 6. Caractérisation de l'hydrolat de lavande et du pistachier :

### 6.1. Polyphénols totaux :

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué selon la méthode de Folin-Ciocalteu (FC): 100 µl d'extrait à analyser sont mélangés avec 500 µl du réactif FC et 400 µl de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> à 7,5 % (m/v). Le mélange est agité et incubé à l'obscurité et à température ambiante pendant dix minutes et l'absorbance est mesurée à 725 nm par un spectrophotomètre UV (Perkin Elmer). Les résultats sont exprimés en mg équivalent acide gallique/g de matière végétale sèche en se référant à la courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

### 6.2. Flavonoïdes :

La détermination des flavonoïdes totaux a été effectuée selon la méthode décrite par (Dehpour et al, 2019) : 500 µl de chaque extrait à analyser sont ajoutés à 1500 µl de méthanol à 95 %, 100 µl de AlCl<sub>3</sub> à 10 % (m/v), 100 µl d'acétate de sodium 1 M et 2,8 ml d'eau distillée. Le mélange est agité puis incubé à l'obscurité et à température ambiante pendant 30 min. Le blanc est réalisé par remplacement de l'extrait par du méthanol à 95 % et l'absorbance est mesurée à 415 nm en utilisant un spectrophotomètre UV (Perkin Elmer).

Les résultats sont exprimés en mg équivalent quercitrine/g de matière végétale sèche en se référant à la courbe d'étalonnage de la quercitrine.

**7. Traitement statistique**

Les résultats obtenus ont subi un traitement statistique par l'analyse de la variance avec un seuil de sécurité de 5% à l'aide du logiciel SPSS version 20.



**Chapitre VI :**  
**Interprétation**  
**et discussion**  
**des résultats**

### Interprétation et discussion des résultats

#### 1. Précocité de germination :

L'analyse statistique des résultats de la précocité de germination des graines de l'orge (*Hordeum vulgare .L*) (Tab.04) indique qu'il y a un effet très hautement significatif de la salinité sur ce paramètre ( $p < 0.001$ ). Cependant, l'apport de l'hydrolat et l'acide salicylique n'impose aucun effet sur la précocité de la germination des graines testées ( $p > 0,05$ ). L'interaction des facteurs d'étude provoque une variation hautement significative sur l'expression de cette caractéristique ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 04 :** Analyse de variance de la précocité de germination des graines de l'orge (*Hordeum vulgare .L*) soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'acide salicylique, Hydrolat de lavande et l'extrait de pistachier

Sources de variation	D	P
NaCl	29.463	.000
Acide salicylique	1.000	.322
Hydrolat de lavande	3.361	.073
Pistachier	6.250	.016
Temps	2444.907	.000
NaCl * Acide salicylique	28.000	.000
NaCl * Hydrolat de lavande	23.361	.000
NaCl * Pistachier	27.250	.000
NaCl * temps	3.574	.036

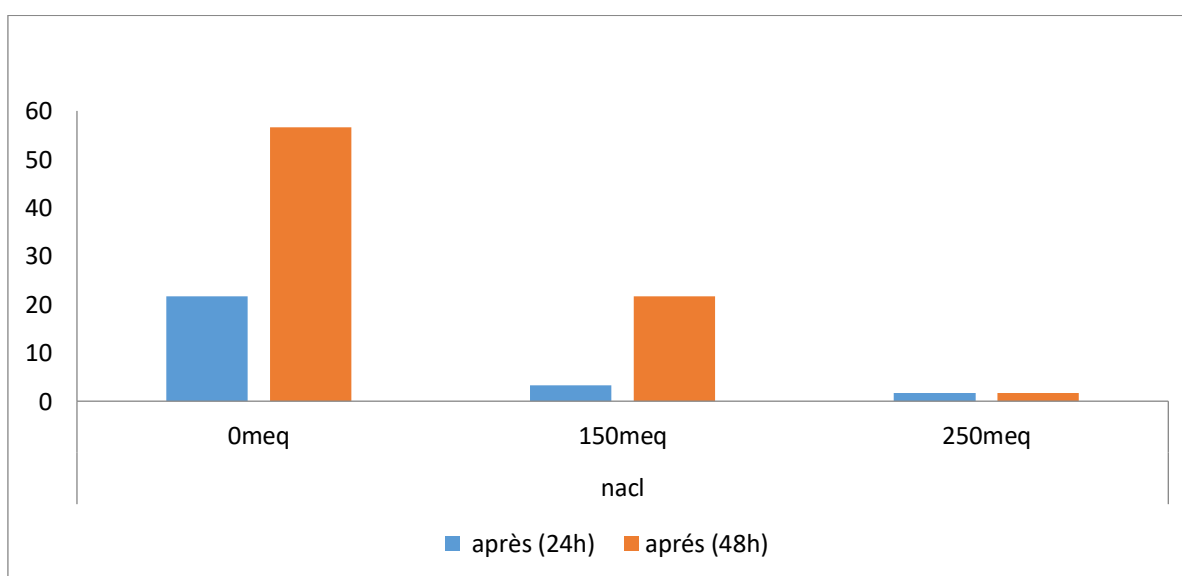


Figure 18 : Précocité de germination (%) des graines d'orge stressées au NaCl.

## Chapitre VI : Interprétation et discussion des résultats

Selon les résultats obtenus, les valeurs les plus élevées de la précocité de la germination sont enregistrées au niveau du traitement témoin (0meq) avec une moyenne de 21.66 et 56.66 respectivement relevées après 24h et 48h de mise en germination. Par ailleurs au niveau du 150 meq il'y a une diminution de germination avec un moyene de 3.33%et 21.66 % Tandis que, une germination très pière a été signalé au niveau du lot maintenu à 250meq avec un moyene de 1.66%.

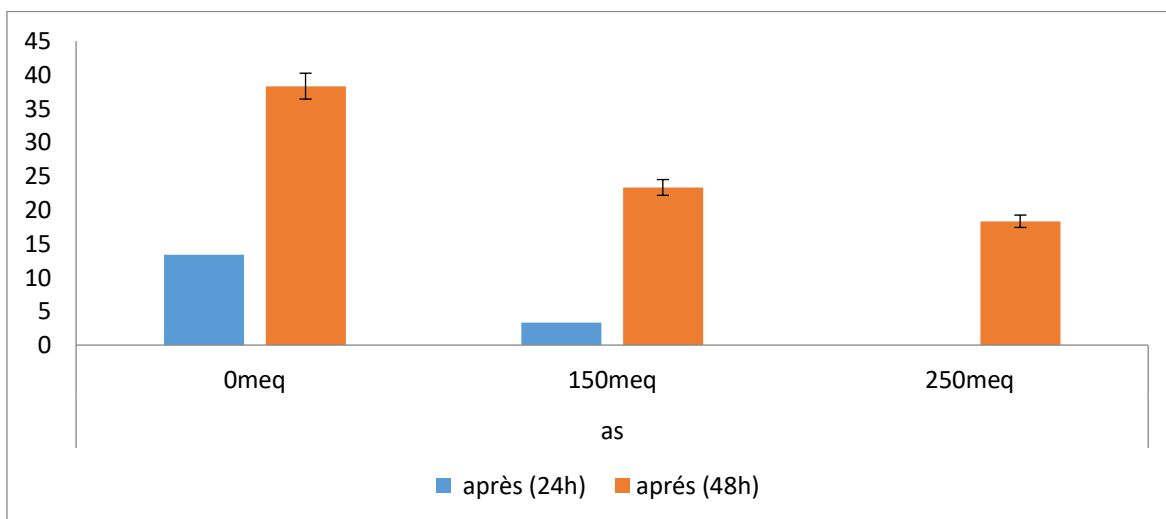


Figure 19 : Précocité de germination (%) des graines de L'orge (*Hordeum vulgare* .L) stressées au Na Cl en présence de l'acide salicylique.

Après avoir ajouté l'acide salicylique une amélioration du statut de la précocité de germination a été enregistrée. Néanmoins, une diminution de la cinétique de cette caractéristique a été extériorisée au niveau du lot de 150meq avec une régression de l'ordre de 33.3% et 23.33% au niveau du lot 150 respectivement après 24h et 48h. Tandis qu'au niveau du lot maintenu à 250meq, l'abaissement de la précocité de germination était de l'ordre de 18.33%, inscrite après 48h.

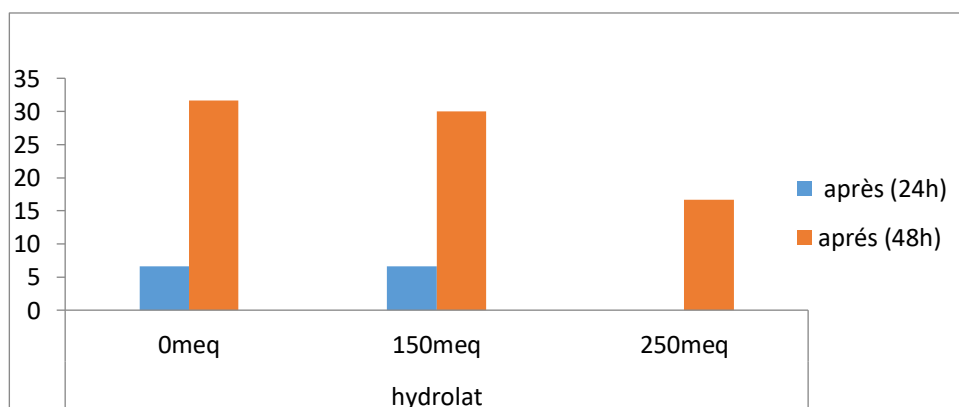


Figure 20 : Précocité de germination (%) des graines de L'orge (*Hordeum vulgare* .L) stressées au Na Cl en présence de l'hydrolat de lavande.

Selon les résultats obtenus (Figure 20), la précocité de la germination enregistrée s'est avérée élevée au niveau du témoin (0meq) avec une moyenne de l'ordre de 6.66% (24h) et 31.66 % (48h). Néanmoins, l'augmentation de la salinité du milieu de germination s'est accompagnée avec une diminution de cette caractéristique. En effet, au niveau du traitement 150meq le taux d'abaissement noté après 24 h et 48h est en moyenne de 6.66% et 30% respectivement. Tandis que, au niveau du milieu mené à 250meq, l'intervalle des valeurs est délimité par 0% montrée après 24h et 16.66%, donnée inscrite après 48h.

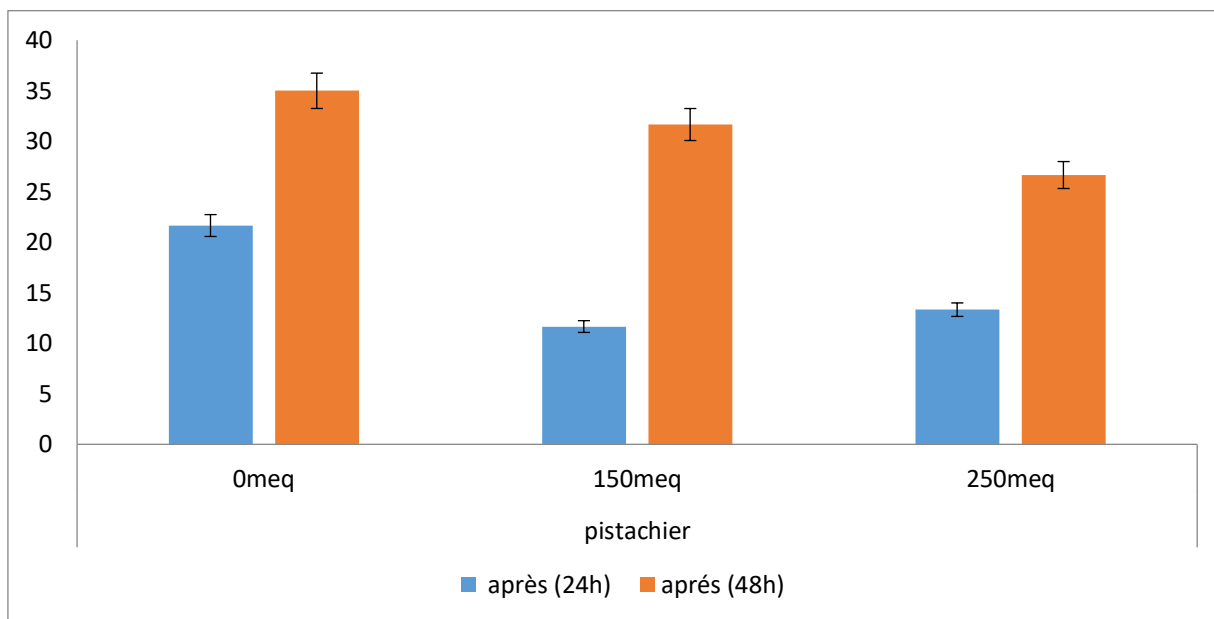


Figure 21: Précocité de germination (%) des graines de L'orge (*Hordeum vulgare* L.) stressées au Na Cl et présence de l'extrait aqueux des feuilles de pistachier.

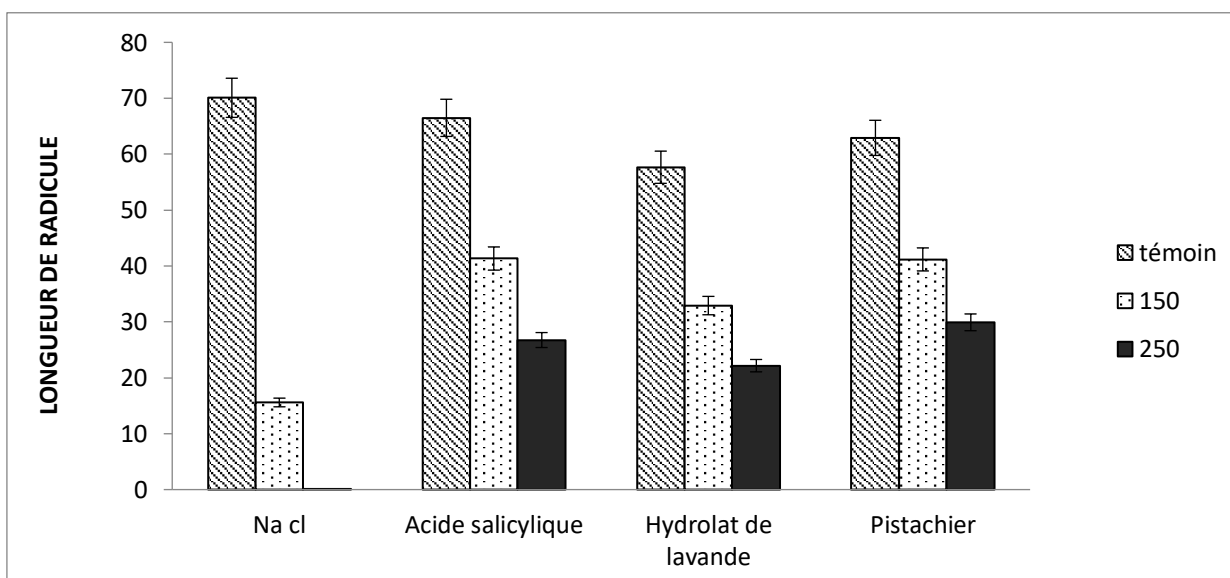
Selon les résultats obtenus (figure 21), les valeurs les plus élevées de la précocité de la germination sont enregistrées au niveau du traitement témoin (0meq) avec une moyenne de 21.66% et 35% respectivement relevées après 24h et 48h de mise en germination par rapport aux graines menues à 150meq. Dans ce dernier milieu, le taux d'abaissement extériorisé est de moyenne de 11.66%(24h) et 31.66% (48h).

### 2. Longueur de radicule :

Selon les résultats de l'analyse de variance de la longueur de radicule (tab.05), le traitement salin adopté a provoqué une fluctuation très hautement significative de la longueur élaborée ( $p < 0.001$ ). Ainsi que l'ensemble des extraits étudiés et leur interaction avec la salinité testée ont imposé un effet très hautement significatif sur l'expression morphologique de la racine principale ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 05 :** Analyse de variance ANOVA en seuil ( $P= 0.05$ ) de la longueur radicaire de L'orge (*Hordeum vulgare .L*) soumises aux traitements salins au Na Cl en présence de l'acide salicylique, Hydrolat de lavande et l'extrait de pistachier.

Sources de variation	D	P
Na cl	411,536	.000
Acide salicylique	76,854	.000
Hydrolat de lavande	86,490	.000
Pistachier	76,271	.000
Na Cl - Acide salicylique	88,618	.000
Na Cl - Hydrolat de lavande	148,403	.000
Na Cl - Pistachier	231,801	.000



**Figure 22:** Evolution de la longueur des racines de l'orge (*Hordeum vulgare.L*) en fonction des régimes salin appliqués (mm). En présence des solutions de l'acide salicylique, l'hydrolat de la lavande papillon et l'extrait de pistachier

Les résultats obtenus (Fig. 22) montrent que la longueur radicaire des graines diminue fortement en fonction de l'augmentation des concentrations au NaCl avec une valeur élevée (70 mm) enregistrée au lot témoin. Cependant, l'ajout de l'acide salicylique, l'extrait de pistachier et de l'hydrolat a contribué à une nette amélioration de la longueur de la racine exprimée. En effet, au lot maintenu à une forte concentration saline (250meq), cette longueur est de l'ordre de 26.75, 22.16 et 29.91mm enregistrée à l'acide salicylique, l'hydrolat et à l'extrait de pistachier respectivement.

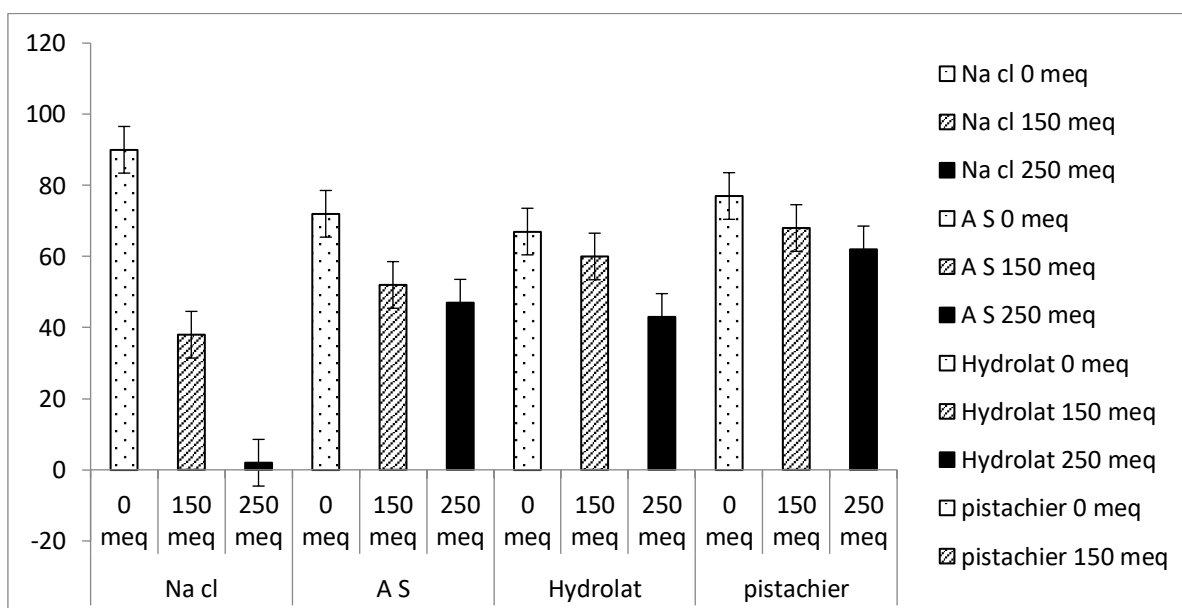
**3. Taux Finale de germination :**

L'analyse statistique des résultats du taux final de germination des graines (tab.06) indique qu'il y a une variation très significative entre les différents niveaux de la salinité ( $p < 0.001$ ). Ainsi que ce paramètre est un effet très hautement significatif dépendant de l'apport de l'acide salicylique, Hydrolat de lavande et l'extrait de pistachier ( $p < 0.001$ ).

On note aussi qu'il y a une variation très hautement significative de ce paramètre entre les traitements salin et ceux en présence de l'acide salicylique, Hydrolat de lavande, et l'extrait de pistachier ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 06 :** Analyse de variance ANOVA en seuil ( $P = 0.05$  de taux final de germination des graines de l'orge (*Hordeum vulgare. L*) soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'acide salicylique, l'hydrolat de lavande papillon et l'extrait de pistachier.

Sources de variation	D	P
Na cl	31,712	.000
Acide salicylique	28,588	.000
Hydrolat de lavande	14,157	.001
Pistachier	82,980	.000
Na Cl - Acide salicylique	52,235	.000
Na Cl - Hydrolat de lavande	47,098	.000
Na Cl - Pistachier	49,451	.000



**Figure 23:** Taux final de germination des graines du de L'orge (*Hordeum vulgare .L*) soumises aux traitements salins au Na Cl en présence de l'acide salicylique, hydrolat de lavande, et pistachier.

## ***Chapitre VI : Interprétation et discussion des résultats***

Les résultats obtenus (Fig.23) montrent que le taux final de germination des graines diminue fortement en fonction de l'augmentation des concentrations au NaCl.

Au niveau du lot conduit avec stress salin de 0meq, la valeur la plus élevée a été enregistrée au niveau du témoin (90%), tandis que celle la plus faible a été donnée par l'hydrolat (67%). Au niveau du lot conduit avec stress salin de 150meq, c'est l'extrait de pistachier qui a enregistré le taux de germination le plus élevé par rapport aux autres milieux avec une valeur estimée à 67% en évaluant une augmentation de l'ordre de +37% par rapport au témoin. Enfin, dans le milieu du stress conduit à 250meq, les graines maintenues à l'extrait de pistachier ont divulgué un taux de germination le plus élevé par rapport à ceux des autres extraits, avec un taux de germination fixé à 60%, en indiquant une recrudescence de l'ordre de 100% par rapport à son témoin.

### **4. Dosage des sucres :**

Les résultats d'analyse de la variance (tab.07), indiquent que la teneur en sucres solubles est affectée de façon très hautement significative par les traitements de Na Cl et l'extrait aqueux de feuilles de pistachier ( $p < 0.001$ ). Un effet non significatif pour l'acide salicylique ( $p > 0.05$ ). On remarque aussi l'hydrolat de lavande a un effet significatif ( $0.05 < p < 0.01$ ). Aussi bien pour l'interaction entre la concentration saline et l'apport externe de l'acide salicylique, et un effet non significatif entre la concentration saline et l'apport externe de l'hydrolat de lavande par rapport à l'interaction entre la concentration saline et l'extrait de pistachier a un effet très hautement significatif ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 07 :** Analyse de variance ANOVA en seuil ( $P = 0.05$ ) de dosage des sucres de L'orge (*Hordeum vulgare. L*) soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'acide salicylique, l'hydrolat de lavande papillon et l'extrait de pistachier.

<b>Sources de variation</b>	<b>D</b>	<b>P</b>
<b>Na cl</b>	2105,484	.000
<b>Acide salicylique</b>	1,304	.265
<b>Hydrolat de lavande</b>	5,323	.030
<b>Pistachier</b>	49,821	.000
<b>Na Cl - Acide salicylique</b>	,991	.0386
<b>Na Cl - Hydrolat de lavande</b>	2,176	.135
<b>Na Cl - pistachier</b>	13,050	.000

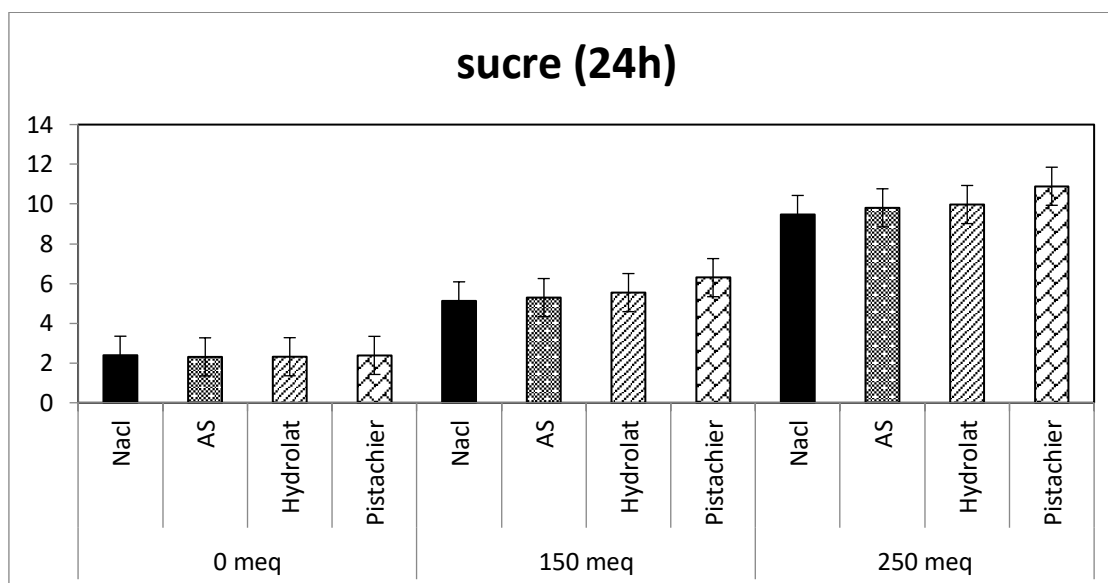


Figure 24: Dosage des sucres de L'orge (*Hordeum vulgare* .L) soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'acide salicylique, l'hydrolat de lavande papillon et l'extrait de pistachier.

On remarque une augmentation de la quantité de sucres avec l'application des concentrations de salinité A l'application de l'acide salicylique et Hydrolat de lavande la teneur des sucres solubles augmente de façon beaucoup plus importante. Sous le traitement 150 meq et 250 meq de NaCl.

## Discussion

La germination des graines commence par l'imbibition, l'absorption d'eau par la graine mature sèche, et se termine par la protubérance visible de la radicule à travers le testa (Bewley, 1997). Une germination réussie nécessite des conditions environnementales optimales, notamment de l'eau, de l'oxygène et de la température pour initier ce processus (Nogaki et al., 2010). La salinité peut affecter la germination des graines par les effets toxiques de l'excès d'ions sodium et chlorure sur la viabilité des embryons (Jahromi et al., 2008 ; Daszkowska-Golec,2011). Les effets toxiques comprennent la perturbation de la structure des enzymes et d'autres macromolécules, des dommages aux organelles cellulaires et à la membrane plasmique, la perturbation de la respiration, de la photosynthèse et de la synthèse des protéines (Parida et al., 2005 ; Panda et al.,2009 ; Daszkowska-Golec,2011). Dans notre travail qui concerne l'effet de la salinité en présence de l'acide salicylique, l'extrait aqueux du pistachier lentisque et l'hydrolat de la lavande papillon, sur le pouvoir germinatif de l'orge, on s'aperçoit que la salinité a réduit significativement le pouvoir germinatif des graines de l'orge notamment la précocité et le taux final de la germination des graines traitées avec le NaCl aux deux concentrations 150 et 250meq. Ainsi on remarque que sous la concentration 250meq de NaCl aucune graine n'a germé. Selon Ibrahim (2016),



la précocité de la germination rapide des graines et la croissance des plantules sont des facteurs importants qui déterminent la production et le rendement des cultures en cas de stress salin. Le stress osmotique et le stress ionique interagissent ensemble pour inhiber ou retarder la germination des graines (El-Hendawy et *al.*, 2019). Il a été démontré que la salinité modifie l'expression des gènes codant pour les enzymes métaboliques impliquée dans la germination (Llanes et *al.*, 2016). Le stress de la salinité peut retarder ou empêcher la germination des graines de haute qualité, entraînant ainsi une perte de récolte. La germination rapide des graines et l'établissement ultérieur des plantules sont des facteurs importants affectant la production des cultures dans des conditions de salinité. Par conséquent, pour diminuer les effets négatifs du stress de la salinité sur la germination des graines (Maitia, 2013). Cependant, l'apport de l'hydrolat de la lavande papillon et surtout l'extraits aqueux de Pistachier lentisque ont permis d'améliorer le taux de germination des graines de l'orge. Selon Mutlu-Durak et Kutman (2021), les extraits aqueux des végétaux limitent la déshydratation des tissus de la plante causée par le stress salin. Cela peut être expliqué par le fait que les extraits aqueux de plantes possèdent un système de défense efficace et offre ainsi une protection considérable contre les dommages oxydatifs induits par le sel. En revanche, l'apport exogène de l'acide salicylique dans les milieux de germination des graines de l'orge a augmenté aussi le taux de germination. Selon Les hormones végétales comme l'acide salicylique ont largement participé à la détermination de l'état physiologique d'une graine et stimulent la germination et réduisent la dormance (Finkelstein et *al.*, 2008 ; Miransari et *al.*, 2014; Llanes *al.*, 2016; Zhang *al.*, 2019). La concentration de 0.05 mM d'AS semble améliorer le taux final chez les graines imbibées de NaCl+AS (Hamsas, 2013). Dans notre étude on constate que la salinité à réduit considérablement la longueur des radicaire des graines de l'orge. Selon Tania et *al.* (2022), le stress salin diminue la croissance des racines. Cependant les extraits aqueux de plantes améliorent la croissance des racines (Mazepa et *al.*, 2021 ; Mutlu-Durak et Kutman, 2021),. Selon (Latif et *al.*, 2016), la réduction de la croissance des plantes dans des conditions de stress pourrait être le résultat d'un déséquilibre hormonal. Il a été montré que le stress salin provoque une accumulation des sucres solubles dans les graines de blé pour assurer l'ajustement osmotique. Selon Bouassaba et Chougui (2018), sous salinité, la synthèse et l'accumulation des sucres simples jouent un rôle important dans la protection des cellules végétales contre les effets néfastes du stress salin. Alors que L'ajout d'extraits aqueux de plantes a permis aux tissus des plantes permettent d'accumuler plus de sucres solubles, maintenant ainsi la turgescence des cellules de manière beaucoup plus importante.

**Conclusion**

### **Conclusion**

Les céréales comme l'orge (*Hordeum vulgare*) sont simultanément soumises à diverses conditions défavorables, notamment la salinité, qui limite son pouvoir germinatif et sa croissance et par conséquent affecte son rendement dans les régions arides et semi-arides. L'utilisation de bio stimulants comme l'extrait aqueux des feuilles du pistachier lentisque, l'hydrolat du lavande papillon et l'apport exogène de l'acide salicylique semble atténuer l'effet néfaste de la salinité et donc peuvent constituer une alternative pour améliorer la productivité des cultures dans un environnement salin.

Nos perspectives de faire une projection des résultats acquis au niveau des laboratoires (in vitro) sur terrain. L'objectif des études est de trouver des issues pour lutter contre la salinité. La possibilité d'utiliser des extraits aqueux d'origine végétal comme des bio stimulants afin de réduire l'effet néfaste de la salinité. Le but des recherches est de mettre à la disposition de l'agriculteur la solution immédiate pour améliorer la conduite des cultures.

,

**Références**

**Bibliographique**

### Références bibliographiques

1. **Abdel Latef A.A.H., Chaoxing H.2011.** Effect of Arbuscular mycorrhizal fungi on Growth, Mineral nutrition, Antioxidant enzymes activity and Fruit Yield of Tomato grown under Salinity Stress. *Sci. Hortic.* 2011; 127:228–233. doi: 10.1016/j.scienta.2010.09.020.
2. **Abdelmadjid Hamadache, 2016.** Tome Iii Resources Fourragères, P115, 116,117,118,119.
3. **Abhinandan, K., Skori, L., Stanic, M., Hickerson, N., Jamshed, M., and Samuel, M. A.2018.** Abiotic stress signaling in wheat—an inclusive overview of hormonal interactions during abiotic stress responses in wheat. *Front. Plant Sci.* 9:734. doi: 10.3389/fpls.2018.00734.
4. **Afzal, I., Basra, S. M., Farooq, M., and Nawaz, A. 2006.** Alleviation of salinity stress in spring wheat by hormonal priming with ABA, salicylic acid and ascorbic acid. *Int. J. Agric. Biol.* 8, 23–28.
5. **Agarwal, S., Sairam, R. K., Srivastava, G. C., and Meena, R. C.2005.** Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes. *Biol. Plant.* 49, 541–550. doi: 10.1007/s10535-005-0048-z.
6. **Agnieszka M., Andreas B., Stanislaw W.2016.** Comparative Proteomic Analysis Of B-Amino butyric Acid-Mediated Alleviation Of Salt Stress In Barley, *Plant Physiology and Biochemistry*, Volume 99, Pages 150-161.
7. **Ali, A., Raddatz, N., Pardo, J. M., and Yun, D. J. 2020.** *HKT sodium and potassium transporters in Arabidopsis thaliana and related halophyte species. Physiol. Plant* doi: 10.1111/ppl.13166.
8. **Andersen OM., and Markham KR.2010.** *Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications*, CRC Press: 472–551.
9. **Andrew C., Karen P. S., Irene A. G., Alexander A. C., Cathy H., John W., and Peter M.2017.** The Agronomic Performance And Nutritional Content Of Oat And Barley Varieties Grown In A Northern Maritime Environment Depends On Variety And Growing Conditions, *Journal Of Cereal Science*, Volume 74, Pages 1-10.
10. **Anonyme.2015.** Inpv, Institut National De La Protection Des Végétaux « Oran ».
11. **Anonyme.2008.** Editeur Technique : Danilo Mejia faostat.
12. **Antonio J., Roxana S. ET Gustavo A.2014.** Is Time To Flowering In Wheat And Barley Influenced By Nitrogen A Critical Appraisal of Recent Published Reports *European Journal of Agronomy*. Volume 54. March 2014. P: 40-46.

## Références bibliographiques

---

13. **Anzala. F .J.2006.** Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zeamays*) : étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issues de l'aspartate et recherche de QTLs. Thèse de Doctorat. Université d'Angers.148p.
14. **ArboucheHs. Arbouche Y. Arbouche F. Arbouche R. 2008.** Valeur Nutritive De QuelquesVariétés D'orge Algériennes Pour L'alimentation Des Ruminants. Institut Nationale De La Recherche Agronomique D'Algérie, 6p.
15. **Arora, N. K. 2019.** Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. *Environ. Sustain.* 2, 95–96. doi: 10.1007/s42398-019-00078-w.
16. **Arshad, A., Qamar, H., Siti-Sundari, R., Zhang, Y., Zubair, M., Raza, M. A., et al.2020.**Phenotypic plasticity of spineless safflower (*Carthamus tinctorius L.*) cultivars in response to exogenous application of salicylic acid under rainfed climate conditions. *Pakistan J. Agric. Res.* 33, 729–743. doi: 10.17582/journal.pjar/2020/33.4.729.743.
17. **Ashraf M., Akram N.A.2009.** Improving Salinity Tolerance of Plants through Conventional Breeding and Genetic Engineering: An analytical Comparison. *Biotechnol. Adv.* 2009;27:744–752. doi: 10.1016/j.biotechadv.2009.05.026.
18. **Ashraf, M. and Foolad, M. R. 2007.** Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ. Exp. Bot.* 59: 206-216.
19. **Asloum, H. 1990.** Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicum esculentum L.*) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis : 24-32.
20. **Atou, R., Henry E., Mensah, A. C. G., Gouveitcha, B. G., Loko, B., Wouyou, A. D., Komlan, F. A. and Gandonou, C. B. 2020.** Effet améliorateur d'un apport extérieur de calcium et de potassium sous différentes formes sur la tolérance à la salinité de l'amarante (*Amaranthus cruentus L.*). *J. Appl. Biosci.* 146: 15025 - 15039.
21. **Ayah Awad, Nidal Odat, Saeid Abu-Romman, Maen Hasan, Abdel Rahman Al Tawaha.2021.** Effect of Salinity on Germination and Root Growth of Jordanian Barley.*Journal of Ecological Engineering.*Volume 22, Issue 1, January 2021, pages 41–50.
22. **Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahamed A., HassousKI.2005.** Selection ofHigh Yielding and Risk Efficient Durum Wheat (*Triticum Durum Desf.*) Cultivars under SemisArid Conditions. *Pak.J. Agron.* 4: 360-365.
23. **Balouiri M.2011.** Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne de trois extraits de Plantes Médicinales et Aromatiques cultivées dans le jardin de l'institut national des

## Références bibliographiques

---

plantes médicinales et aromatiques– Taounate. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah. Faculté des Sciences et Techniques. P44

24. **Bari R, Jones JD .2009.** Role of plant hormones in plant defence responses. *Plant Mol Biol* 69:473–488.
25. **Baumgartner M. et Emonet E.2007.** Les graines germées. Haute école de santé Genève. Filière Diététique.
26. **Belfakih, M., Ibriz, M. et Zouahri, A. 2013.** Effet de la salinité sur les paramètres morphophysologiques de deux variétés de bananier (*Musa acuminata L.*). *Journal of Applied biosciences* 70 :5652-5662.
27. **Belkhodja, M., et Bidai, Y., 2004-** Réponse des graines d'*Atriplexhalimus L* à la salinité au stade germination, article de note de recherchescientifique, sécheresse. Ed faculté des sciences université Senia Oran Algérie, p(331-335).
28. **Ben ahmed H., Mimouni H., Manaa A et Zid E., 2010.** L'acide salicylique améliore la tolérance de la tomate cultivée (*Solanumlycopersicum*) à la contrainte saline, *Acta botanica gallica*, vol 157: pp361-368.
29. **Ben kaddour M ,2014.** Modifications physiologiques chez des plantes de blé (*triticum durum Desf*) exposées à un stress salin. Thèse de Doctorat, p.04.
30. **Ben Khaled L., Ouarraqi,E.M Et Zid , E. 2007.** Impact du NaCl sur la croissance et la nutrition de la variété de blé dure massa cultivée en milieu hydroponique. *Acta .Bot Gallica*.154(1):101-116.
31. **Benabdelkader T., 2012.** Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatils des lavandes ailées, *Lavandula stoechas* sensu lato, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêtpharmacologique. Biologie végétale. Université Jean Monnet - Saint-Etienne, Français, France ; Ecole normale supérieure de Kouba, Alger, Algérie.
32. **Benidire, L., Daoui , K., Fatemi , Z.A., Achouak, W., Bouarab, L., Oufdou, K. 2015.** Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de *Vicia faba L.J.* *Mater. Environ, Sci.* 6 (3): 840-851.
33. **Benmahioul, B., Daguin, F. et Kaid-Harche, M. 2009.** Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (*Pistacia vera L.*). *Compte rendu. Science directe. Agronomie/Agronomy. C. R. Biologies*, 332: 752-758.
34. **Benrebiha, F., Hamdani, F., Chaouia, C. et Bouchenak, F. 2012.** Effet du stress salin sur le taux de chlorophylle et la perméabilité membranaire chez *l'Atriplex halimus*. *Revue Agrobiologia.* 2: 79 - 82.

## Références bibliographiques

---

35. **Bensalem G., 2015.** L'huile de lentisque (*Pistacialentiscus* L.) dans l'est algérien caractéristiques physico-chimiques et composition en acides gras. Thèse de Magister, Université Constantine 1, Constantine. P: 117.
36. **Bewley JD.1997.**Seed germination and dormancy. *The Plant Cell.* 1997; 9:1055-1066.
37. **Bingham I.J., Hoads.P.,Thomasw.T.B., Newtona.C., 2012:** Yield Response to Fungicide of Spring Barley Genotypes Differing In Disease Susceptibility And Canopy Structure, *Field Crops Research*, Volume 139, Pages 9-19.
38. **Böhm, J., Messerer, M., Müller, H. M., Scholz-Starke, J., Gradogna, A., Scherzer, S., et al. 2018.** Understanding the molecular basis of salt sequestration in epidermal bladder cells of *Chenopodium quinoa*. *Curr. Biol.* 28, 3075–3085.e7. doi: 10.1016/j.cub.2018.08.004.
39. **Boi, E, N.2013.** Soil salinity: A neglected factor in plant ecology and biogeography. *J. arid Environ.*92:14-25.
40. **Bothmer R., Belay T., Knupffer H. ET Sato K., 2003.** Diversity in Barley (*HordeumVulgare*), Ed. Elsevier, Amsterdam. P: 4-10-13-179-190.
41. **Botineau M., 2010.** Botanique Systématique Et Appliquée Des Plantes A Fleurs, Ed. Tec. Paris. P: 224-227.
42. **Bouassaba et chougui, 2018.** Le comportement biochimique et anatomique chez des variétés De piment (*capsicum annum* L.) a Mila Algérie. *European scientifique journal.*14(15):159-174.
43. **Bouda, S. et Haddioui, A. 2011.** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. *Nattire et Technologi.* 5: 72-79.
44. **Boufenar Z., Zaghouane O. Et Zaghouane F., 2006.** Guide Des Principales Variétés De Céréales A Paille En Algérie. Ed. Itgc. Icarda. Alger. P: 154.
45. **Boutahraoui, A., Derouiche, B. et Snoussi, S.A. 2017.** Production de plants de tomate par voie végétative dans un milieu salin. *Revue Agrobiologia.* 7(1): 242-246.
46. **Brinis, A. et Belkhodja, M. 2015.** Effet de la salinité sur quelques traits physiologiques et biochimiques chez *Atriplex halimus* L. *Rev. Sci. Technol., Synthèse.* 31: 42-51.
47. **Brink M., Belay G., 2006.** Ressources Végétales De L'Afrique Tropicale Vol. :1. Céréales et légumes secs. Ed. Prot. Pays-Bas. P: 92-93-94-95-96.
48. **Bulgari R, Cocetta G, Trivellini A, Vernieri P, Ferrante A. 2015.**Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture and Horticulture:An International Journal for Sustainable Production Systems.* 31: 1–17.



## *Références bibliographiques*

---

49. **Cai, Z. Q., and Gao, Q. 2022.** Comparative physiological and biochemical mechanisms of salt tolerance in five contrasting highland quinoa cultivars. *BMC Plant Biol.* 20:70. doi: 10.1186/s12870-020-2279-8.
50. **Charfeddine M., Charfeddine S., Ghazala I., Bouaziz D., Bouzid R. G2019.** Investigation of the Response to Salinity of Transgenic Potato Plants Overexpressing the Transcription factor StERF94. *J. Biosci.* 2019;44 doi: 10.1007/s12038-019-9959-2.
51. **Chaussat R, Le Deunff Y., .1975.b-**Microflora and seed deterioration in viability of seed.éd.Chapman and Hall Londres, 59-93. .
52. **Chaussat R, Le Deunff Y., 1975.a-** La germination des semences. Ed. Bordars, Paris, 232p.
53. **Chaux C. et Foury C., 1994.** Maitrise des facteurs de production, qualité et traitement des semences, mise en culture par semis en place in *Production légumière. Tome 1- Généralité.* Tec et Doc. Lavoisier. pp277-431-445.
54. **Chen, H. and Jiang, JG. 2010.** Osmotic adjustment and plant adaptation to environmental changes related to drought and salinity. *Environ. Rev.* 18: 309-319.
55. **Chiara C. Et Maria V., 2014.**Chapter Five - Genetic Control of Reproductive-Development In Temperate Cereals. In: Fabio Fornara, Editor(S). *Advances in Botanical Research.* Academic Press. Volume : 72. P: 131-158.
56. **Chinnusamy V., Schumaker K. and Zhu J. K ., 2004.**Molecular genetics perspectives on cross-talk and specificity in abiotic stress signalling in plants. *J of Experimental Botany.* 55: 225-236.
57. **Choudhary A., Kumar A., Kaur N .2020.** ROS and Oxidative Burst: Roots in Plant Development. *Plant Divers.* 2020;42:33–43. doi: 10.1016/j.pld.2019.10.002.
58. **Choudhary SP, Yu JQ, Yamaguchi-Shinozaki K, Shinozaki K, Tran LS 2012.**Benefits of brassinosteroid crosstalk. *Trends Plant Sci* 17:594–605.
59. **Chouhim K.M.A., Latigui A., Belkhodja M. et Adda A. 2022.**Exogenous applications of exudates roots of common glasswort on eggplant under salt stress. *Ukrainian Journal of Ecology.* 12:29-35.
60. **Cisse, A., Arshad, A., Wang, X., Yattara, F., and Hu, Y. 2019.** Contrasting impacts of long-term application of biofertilizers and organic manure on grain yield of winter wheat in North China Plain. *Agronomy* 9:312. doi: 10.3390/agronomy9060312.
61. **Clerget Y. 2011.** Biodiversité Des Céréales : Origine Et Evolution. Montbéliard, 17p.

## Références bibliographiques

---

62. **Côme. D and Corbineau. F, 1998.**Semences et germination. In"Croissance et développement. Physiologies végétal II", pp. 185-313. Hermann,Paris.
63. **Daoud Y. et Halitim A., 1994** - Irrigation et salinisation au Sahara algérien. Sécheresse n°3, vol. 5, 151 -160.
64. **Daszkowska-Golec A.2011.**Arabidopsis seed germination under abiotic stress as a concert of action of phytohormones. OMICS. 2011;15:763-774
65. **Diehl R., 1975.** Agriculture générale : Technique saisonnière de la production végétale. 2eme édition. pp 275- 286- 290.
66. **Driouich, A., Ouhssine, M., Ouassou, A. et Bengueddour, R. 2001.** Effet du NaCl sur l'activité du phosphénol pyruvate carbosylase (PEPC) foliaire et son rôle sur la synthèse du malate et de la proline chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Science Letters. 3 (3): 1-7.
67. **Egamberaieva D, Wirth SJ, Alqarawi AA, Abd-allah EF, Hashem A. 2017.** Phytohormones and beneficial microbes: Essential components for plants to balance stress and fitness. Front. Microbiol. 8: 2104.
68. **El Haramain Fj. Grando S. 2010.** Determination of Iron and Zinc Content in Food Barley. In:Ceccarelli Sand Grando S. 2010. Proceedings of the 10th Inter. Barley Genetics-Symposium, 5 – 10 April 2008, Alexandria, Egypt. Aleppo, Syria: InternationalCenter for Agricultural Rese Arch in the Dry Areas (Icarda), 603 - 605.
69. **EL Sabagh A, Islam MS, Skalicky M, Ali Raza M, Singh K, Anwar Hossain M, Hossain A, Mahboob W, Iqbal MA, Ratnasekera D, Singhal RK, Ahmed S, Kumari A, Wasaya A, Sytar O, Brestic M, ÇIG F, Erman M, Habib Ur Rahman M, Ullah N and Arshad A .2021.**Salinity Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Changing Climate: Adaptation and Management Strategies. Front. Agron. 3:661932. doi: 10.3389/fagro.2021.661932.
70. **El-Hendawy S, Elshafei A, Al-Suhaibani N, Alotabi M, Hassan W, Dewir YH, et al.2019.** Assessment of the salt tolerance of wheat genotypes during the germination stage based on germination ability parameters and associated SSR markers. Journal of Plant Interactions. 2019;14(1):151-163
71. **Emmanuel I., Yao T.etShengmin S., 2017.**Bioactive Phytochemicals inBarley. Journal of Food and Drug Analysis. Volume: 25. P: 148-161.
72. **Eskandari H., Ehsanpour A.A., Al-Mansour N., Bardania H., Sutherland D., Mohammad-Beigi H.2020.** Rosmarinic acid inhibits programmed cell death in *Solanum tuberosum* L. calli under high salinity. Plant Physiol. Biochem. 2020 ;147:54–65. doi: 10.1016/j.plaphy.2019.12.003.

## Références bibliographiques

---

73. **Faostat, 2021.** <https://www.fao.org/faostat/fr/#rankings/countriesbycommodity>.
74. **Fardus, J., Matin, M. A., Hasanuzzaman, M., Hossain, M. A., and Hasanuzzaman, M. 2018.** Salicylic acid-induced improvement in germination and growth parameters of wheat under salinity stress. *J. Anim. Plant Sci.* 28, 197–207.
75. **Ferreres F., et Barberan F.A.T. 1986.** Flavonoids from *Lavandula dentata*. *Fitoterapia*, 57, 199-200.
76. **Finkelstein R, Reeves W, Ariizumi T, Steber C. 2008.** Molecular aspects of seed dormancy. *Annual Review of Plant Biology*. 2008;59:387-415
77. **Flaten O., Bakken K. Et Randby T., 2015.** The Profitability Of Harvesting Grass Silages At Early Maturity Stages: An Analysis Of Dairy Farming Systems In Norway. *Agricultural Systems*. Volume 136. P: 85-95.
78. **Flowers, T. J. et T. D. Colmer. 2015.** Plant salt tolerance: adaptations in halophytes. *Ann. Bot.*, 115: 327- 331.
79. **Flowers, T. J., Galal, H. K., and Bromham, L. 2010.** Evolution of halophytes: multiple origins of salt tolerance in land plants. *Funct. Plant Biol.* 37, 604–612. doi: 10.1071/FP09269.
80. **Gabriela L., Daniel F. Calderini, Gustavo A. Slafer. 2004.** Leaf Appearance, Tillering and Their Coordination In Old And Modern Barleys From Argentina, *Field Crops Research*, Volume 86, Issue 1, Pages 23-32.
81. **Gaid S. 2015.** La tolérance a la salinité du pois-chiche (*Cicer aritinum L.*) Thèse de Magister faculté des sciences Ahmed ben Bella Oran, 46p.
82. **Gao H.J., Yang H.Y., Bai J.P., Liang X.Y., Lou Y., Zhang J.L., Wang D., Zhang J.L., Niu S.Q., Chen Y. 2015.** L. Ultrastructural and Physiological Responses of Potato (*Solanum tuberosum L.*) Plantlets to Gradient Saline Stress. *Front. Plant Sci.* 2015;5 doi: 10.3389/fpls.2014.00787.
83. **Garance, K. 2018.** Effet du stress hydrique sur la croissance de la tomate : une étude multiéchelle : de la cellule à la plante entière pour une meilleure compréhension des interactions entre les différentes échelles. *Sciences agricoles*. Université d'Avignon, Français. (Thèse doctorat en science).
84. **GATE P. et GIBAN M., 2003.** Stades du blé. Ed. Paris, ITCF. 68p.
85. **Gören A.C., Topçu G., Bilsela G., Bilsela M., Aydoğmus Z., et Pezzuto J.M.Z., 2002.** The chemical constituents and biological activity of essential oil of *Lavandula stoechas* ssp. *stoechas*. *Z.Naturforsch.* 57c 797- 800.

## Références bibliographiques

---

86. **Greenway, E. and Munns, R. 1980.** Mechanisms of salt tolerance in non halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 31: 149–190.
87. **Guerin-Fauble V., & Carret G.1999.** L'antibiogramme, principes, méthodologies, intérêts et limites. Journées nationales GTV-INRA, Nantes, France. pp: 5-12.
88. **Hakimi, 1993.** Les Systèmes Traditionnels Basés Sur La Culture De L'orge. *Porc. Symp. On The Agrnometeorologyof rainfed Barley and Durum Wheat In Dry Areas.* *J. Agri. Sci. Camb.* 108: 599-608.
89. **Hamid Mohammadi, Bahareh Rahimpour, Hadi Pirasteh-Anosheh, and Marco Race.2022.** Salicylic Acid Manipulates Ion Accumulation and Distribution in Favor of Salinity Tolerance in *Chenopodium quinoa*,*Int J Environ Res Public Health.* 2022 Feb; 19(3): 1576.
90. **Hamsas soumia et Belkhodja moulay.2013.** Effet combiné de la salinité et l'acide salicylique sur le comportement des graines et des plantes juvéniles du Gombo (*Abelmoschus esculentusL.*). Mémoire de magister. Université d'oran.
91. **Hanana, M., Hamrouni, L., Ben hamed, K., GhorbeL, A. et Abdelly, C. 2014.**Comportement et stratégies d'adaptation de vignes franches de pied sous stress salin. *Journal of New Sciences.* 3(4): 29-44.
92. **Hanana, M., Hamrouni, L., Cagnac, O. et Blumwald, E. 2011.** Mécanismes et stratégies cellulaires de tolérance à la salinité (NaCl) chez les plantes. *Dossiers environ.* 19: 121-141
93. **Heller R., 1990.** *Physiologie végétale.* Tome 2: Développement. 4<sup>ème</sup> édition. Paris, Masson, 266p.
94. **Heller R., 2000.** *Physiologie végétale.* Tome 2 : Développement. 6<sup>ème</sup>édition. Paris, Masson, 251-252p.
95. **Heller.R, Esnault.R et Lance.C, 2000.***Physiologie végétal 2.* Développement 6<sup>ème</sup> édition. 83p.
96. **Hexin Lv, Qiao-e Wang, Bingbing Qi, Jiatong He, Shiru Jia., 2018.** Enhancing biomass production of *Dunaliella salina* via optimized combinational application of phytohormones,*AQUA* 633799.p01-02-03.
97. **Hilhorst, H.W. 2007.** Definitions and hypotheses of seed dormancy. In *Seed development, dormancy and germination*, K.Bradford and H.Nonogaki, Eds (Oxford, UK: Blackwell Publishing), 50-67

## Références bibliographiques

---

98. **Holloway P.J., ET Jeffree Ce.2017.** Epicuticular Waxes, In Encyclopedia Of Applied Plant Sciences (Second Edition), Edited By Brian Thomas, Brian G Murray And Denis J Murphy, Academic Press, Oxford, Pages 374-386.
99. **Hopkins W. G.2003.** Physiologie végétale. 2<sup>ème</sup> édition. De Boeck, Bruxelles:295-476.
100. **Hopkins W.G.2003.** Physiologie végétale. Traduction de la 2<sup>ème</sup> édition américaine par SERGE R. Ed de Boeck. pp 309-362.
101. **Huang, M., Chai, L., Jiang, D., Zhang, M., Zhao, Y., and Huang, Y. 2019.** Increasing aridity affects soil archaeal communities by mediating soil niches in semi-arid regions. *Sci. Total Environ.* 647, 699–707. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.305.
102. **Hussain Wani S., Brajendra Singh N., Haribhushan A., Iqbal Mir J.2013.** Compatible Solute Engineering in Plants for Abiotic Stress Tolerance—Role of Glycine Betaine. *Curr. Genomics.* 2013; 14:157–165. doi: 10.2174/1389202911314030001.
103. **Ibrahim EA.2016.** Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *Journal of Plant Physiology.* 2016;192:38-46
104. **Ishikawa T., Shabala S, 2019.** Control of Xylem Na<sup>+</sup> loading and Transport to the Shoot in Rice and Barley as a Determinant of differential Salinity Stress Tolerance. *Physiol. Plant.* 2019 ;165 :619–631. doi: 10.1111/ppl.12758.
105. **Islam, M. S., Akhter, M. M., El Sabagh, A., Liu, L. Y., Nguyen, N. T., Ueda, A., et al. 2011.** Comparative studies on growth and physiological responses to saline and alkaline stresses of Foxtail millet (*Setaria italica L.*) and Proso millet (*Panicum miliaceum L.*). *Austral. J. Crop Sci.* 5:1269.
106. **Itai C., 1999.** Role of phytohormones in plant responses to stresses. In: Lerner H.R. (ed). *Plant response to environmental stresses, from phytohormones to genome reorganization* Marcel Dekker Inc., Basel, NY, USA, pp. 287-301
107. **Jabnourne M., 2008.** Adaptation des plantes au stress salin : caractérisation de transporteurs de sodium et de potassium de la famille HKT chez le riz. Thèse Doct. CNRS/INRA/Sup. Agro. Univ. / Montp II.289P.
108. **Jahromi F, Aroca R, Porcel R, Ruiz-Lozano JM.2008.** Influence of salinity on the in vitro development of *Glomus intraradices* and on the in vivo physiological and molecular responses of mycorrhizal lettuce plants. *Microbial Ecology.* 2008;55:45-53
109. **Jaime-Pérez, N., Pineda, B., García-Sogo, B., Atares, A., Athman, A., Byrt, C. S., et al.2017.** The sodium transporter encoded by the HKT1;2 gene modulates sodi-

## Références bibliographiques

---

um/potassium homeostasis in tomato shoots under salinity. *Plant Cell Environ.* 40, 658–671. doi: 10.1111/pce.12883.

**110. Jeam P ; Catmrine T ; Giues L.1998.** Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris. P : 46, 47,150.

**111. Jessica G., Shepherd., Wolfram B., Saran P., Sohi., Kate V. H.2017.** Bioavailability Of Phosphorus, Other Nutrients And Potentially Toxic Elements From Marginal Biomass-Derived Biochar Assessed In Barley (*Hordeum Vulgare*) Growth Experiments, *Science Of The Total Environment*, Volumes 584–585, Pages 448-457.

**112. Jullien J D. 2016.** Guide de reconnaissance Plantes hôtes potentielles de *Xylella fastidiosa subsp. multiplex* en France, Surveillance biologique du territoire (SBT) dans le domaine végétal, Symptôme d'une infection de *Xylella fastidiosa subsp. multiplex* sur *Polygala myrtifolia* – 1ère édition.

**113. Kamel Ben Mbarek Et Mohsen Boubaker, 2017.** Manuel De Grandes Cultures-Les Céréales P186-187.

**114. Karoune, S., Kechebar M.S.A... Halis, Y., Djellouli, A. et Rahmoune, C. 2017.** Effet du stress salin sur la morphologie, la physiologie et la biochimie de l'*Acacia albid*a. *Journal Algérien des Régions Arides.* 14 : 60-73.

**115. Kaya C., Tuna A.L., Yokaş I, 2009.** The Role of Plant Hormones in Plants under Salinity Stress. *Salinity Water Stress.* 2009;44:45–50.

**116. Kiani-Pouya, A., Rasouli, F., Shabala, L., Tahir, A. T., Zhou, M., and Shabala, S.2020.** Understanding the role of root-related traits in salinity tolerance of quinoa accessions with contrasting epidermal bladder cell patterning. *Planta* 251:103. doi: 10.1007/s00425-020-03395-1

**117. Kizilgeci, F., Yildirim, M., Islam, M. S., Ratnasekera, D., Iqbal, M. A., and Sabagh, A. E. 2021.** Normalized difference vegetation index and chlorophyll content for precision nitrogen management in durum wheat cultivars under semi-arid conditions. *Sustainability* 13:3725. doi: 10.3390/su13073725.

**118. Kolomeichuk L.V., Efimova M.V., Zlobin I.E., Kreslavski V.D., Murgan O.K., Kovtun I.S., Khripach V.A., Kuznetsov V.V., Allakhverdiev S.I 2020.**-Epibrassinolide Alleviates the Toxic effects of NaCl on Photosynthetic Processes in Potato Plants. *Photosynth. Res.* 2020;146:151–163. doi: 10.1007/s11120-020-00708-z.

**119. Konnerup, D., L. Moir-Barnetson, O. Pedersen, E. J. Veneklaas, et T. D. Colmer. 2015.** Contrasting submergence tolerance in two species of stem-succulent halo-

## ***Références bibliographiques***

---

phytes is not determined by differences in stem internal oxygen dynamics. *Ann. Bot.*, 115: 409- 418.

**120. Kumar Nishant Chourasia, , Milan Kumar Lal, Rahul Kumar TiwariDevanshu ,Dev Hemant Balasaheb Kardile, Virupaksh U. Patil,Amarjeet Kumar,Girimalla Vanishree Dharmendra Kumar, Vinay Bhardwaj, Jitendra Kumar Meena, Vikas Mangal, Rahul Mahadev Shelake, Jae-Yean Kim, and Dibyajyoti Pramanik.2021.**Salinity Stress in Potato: Understanding Physiological, Biochemical and Molecular Responses.,*Life,Life (Basel)*v.11(6); 2021 Jun PMC8228783.

**121. Labbe M.2004.** Ces étonnantes graines germées. Auvers sur oise : Labbé. *Revue succinctes de livres et d'essais (critiques).*

**122. Lacroix M D.2002.** Maladies des céréales et de la luzerne. Ministère de l'agriculture des pêcheries et de l'alimentation. Québec.26 p.

**123. Lafarge M.2000.** Phenotypes And The Onset Of Competition In Spring Barley Stands Of One Genotype: Daylength And Density Effects On Tillering, *European Journal Of Agronomy*, Volume 12, Issues 3–4, Pages 211-223.

**124. Lakshmi K., Shephalika A., Et Banisetti K., 2016.** 3 - Barley, In *Genetic And Genomic Resources For Grain Cereals Improvement*, Edited By Mohar Singh And Hari D.Upadhyaya, Academic Press, San Diego, Pages 125-157.

**125. Lam-Son Phan Tran etSikander Pa ,2014.** L.-S.P. Tran and S. Pal (eds.), *Phytohormones: A Window to Metabolism, Signaling and Biotechnological Applications*, DOI 10.1007/978-1-4939-0491-4, © Springer Science+Business Media New York 2014.

**126. Latif HH, Mohamed HI .2016.** Exogenous applications of moringa leaf extract effect on retrotransposon, ultrastructural and biochemical contents of common bean plants under environmental stresses. *South African Journal of Botany*. 106 : 221–231.

**127. Le Rudulier, D. 2005.** Osmoregulation in rhizobia: The key role of compatible solutes. *Grain Leg.*, 42: 18 - 19.

**128. Linda J. Harris, Margaret Balcerzak, Anne Johnston, DanielleSchneiderman, 2016.**Thérèse Ouellet, Host-Preferential *Fusarium Graminearum* Gene Expression During Infection Of Wheat, Barley, And Maize, *Fungal Biology*, Volume 120, Issue 1.

**129. Liu, X., Chen, D., Yang, T., Huang, F., Fu, S., and Li, L.2020.** Changes in soil labile and recalcitrant carbon pools after land-use change in a semi-arid agro-pastoral ecotone in Central Asia. *Ecol. Indic.* 110:105925. doi: 10.1016/j.ecolind.2019.105925.

## ***Références bibliographiques***

---

- 130. Llanes A, Andrade A, Masciarelli O, Alemano S, Luna V.2016.** Drought and salinity alter endogenous hormonal profiles at the seed germination phase. *Seed Science Research*. 2016;26(1):1-13
- 131. Maiti R, Pramanik K.2013.** Vegetable seed priming: A low cost, simple and powerful techniques for farmers' livelihood. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*. 2013;4:475-481
- 132. Marta S., Izydorczyk and Michael E., 2017.** Chapter 9 - Barley: Grain- Quality Characteristics and Management of Quality Requirements. In *Wood Head Publishing Series In Food Science. Technology and Nutrition*. Edited By Colin Wrigley, Ian Batey And Diane Miskelly, Woodhead Publishing. P: 195-234, *Cereal Grains (Second Edition)*.
- 133. Mazepa E, Malburg BV, Mogor G, C. de Oliveira A, Amatussi JO, Correa DO, 2021.** Lemos JS, Ducatti DRB, Duarte MER, Mogor AFM, Nosedá MD. (2021). Plant growth biostimulant activity of the green microalga. *Desmodesmus subspcatus*. *Algal Research*. 59: 102434.
- 134. Mazilak., 1982.** *Physiologie végétale, croissance et développement*. Tome .2.Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris. P 575 méditerranéenne, TPE:Les planteshalophytes.
- 135. Mazliak. P.1982.***Physiologie végétale, croissance et développement*. Tome3. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris, p420.
- 136. Mehta P., Jajoo A., Mathur S., Bharti S .2010 .** Chlorophyll a Fluorescence Study Revealing Effects of High Salt Stress on Photosystem II in wheat leaves. *Plant Physiol. Biochem*. 2010;48:16–20. doi: 10.1016/j.plaphy.2009.10.006.
- 137. Mekkaoui A. 1989.** Etude De L'influence De La Date Et La Densité De Semis Sur Le Rendement Et Ses Composantes D'une Orge (*HordeumVulgare, L*) Variétés Ascad 176 Dans La Région De Batna. Mémoire Ing. Univ. Batna. 69 P.
- 138. Menad A. 2008.** Rythme De Développement, Utilisation De L'eau Et Rendement De L'orge (*HordeumVulgare .L*) Dans L'étage Bioclimatique Semi-Aride.
- 139. Meyer S, Reeb C, Bosdeveix R. 2004.** *Botanique, biologie et physiologie végétale*. Ed. Moline, Paris, 461p.
- 140. Meyer.2004.** *Botanique, biologie et physiologie végétale*. Ed. Moline, paris. P461.
- 141. Michel V. 1997.** - *La production végétale, les composantes de la production*. Paris, Ed. Danger, 478p.
- 142. Miransari M, Smith D.2014.** Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany*. 2014;99:110-121



## Références bibliographiques

---

- 143. Morot-Gaudry J F, Roger P, 2012** -Biologie végétale, croissance et développement. Dunod, Paris ,2ème édition -
- 144. Mostek, A., A. Börner, A. Badowiec and S. Weidner.2015.** Alterations in root proteome of salt-sensitive and tolerant barley lines under salt stress conditions. *J Plant Physiol.* 174, 166-176.
- 145. Munns, R., James, R. A., Xu, B., Athman, A., Conn, S. J., Jordans, C., et al. 2012.** Wheat grain yield on saline soils is improved by an ancestral Na<sup>+</sup> transporter gene. *Nature Biotechnol.* 30, 360–364. doi: 10.1038/nbt.2120.
- 146. Mutlu-Durak H, Kutman BY .2022.** Seed Treatment with Biostimulants Extracted from Weeping Willow (*Salix babylonica*) Enhances Early Maize Growth.*Plants.*10: 1449.
- 147. Negrão S., Schmöckel S.M.2017.** Tester M. Evaluating Physiological Responses of Plants to Salinity Stress. *Ann. Bot.* 2017; 119:1–11. doi: 10.1093/aob/mcw191.
- 148. Nieves-Cordones, M., Al Shiblawi, F. R., and Sentenac, H. 2016.** “Roles and transport of sodium and potassium in plants,” in *The Alkali Metal Ions: Their Role for Life*, eds A. Sigel, H. Sigel, and R. K. O. Sigel (Cham: Springer), 291–324. doi: 10.1007/978-3-319-21756-7-9.
- 149. Nonogaki H, Bassel GW, Bewley JD.2010.** Germination - still a mystery. *Plant Science.* 2010;179:574-581
- 150. Noreen, S., Fatima, K., Athar, H. U. R., Ahmad, S., and Hussain, K. 2017.** Enhancement of physio-biochemical parameters of wheat through exogenous application of salicylic acid under drought stress. *J. Anim. Plant Sci.* 27, 153–163.
- 151. Okon O.G.2019.** Effect of Salinity on Physiological Processes in Plants. In: Giri B., Varma A., editors. *Microorganisms in Saline Environments: Strategies and Functions.* Springer; Berlin, Germany: 2019. pp. 237–262.
- 152. Otu, H., Celiktaş, V., Duzenli, S., Hossain, A., and El Sabagh, A. 2018.** Germination and early seedling growth of five durum wheat cultivars (*Triticum durum Desf.*) is affected by different levels of salinity. *Fresenius Environ. Bull.* 27, 7746–7757.
- 153. Panda SK, Khan MHG.2009.** Growth, oxidative damage and antioxidant responses in Greengram (*Vigna radiata L.*) under short-term salinity stress and its recovery. *Journal of Agronomy and Crop Science.* 2009;195:442-454
- 154. Paquereau J., 2013.** Au Jardin Des Plantes De La Bible : Botanique. Symboles Et Usages. Ed. Forêt Privée Française. Paris. P : 158.
- 155. Parida AK, Das AB.2005.** Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2005;60(3):324-349

## **Références bibliographiques**

---

- 156. Pessarakli, M. and I. Szabolcs. 2011.** Handbook of Plant and Crop Stress, Soil Salinity and Sodicity as Particular Plant/Crop Stress Factors. Third edition. CRC Press Taylor & Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, FL. 33487-2742. USA.
- 157. Qamar, H., Ilyas, M., Jan, S. A., Mustafa, H. S. B., Arshad, A., Yar, M. S., et al. 2020.** Recent trends in molecular breeding and biotechnology for the genetic improvement of Brassica species against drought stress. *Fresenius Environ. Bull.* 29, 19–25.
- 158. R'him, T; Tlili, I; Hnan, I; Ilahy, R; Benali, A; Jebari, H. 2013.** Effet du stress salin sur le comportement physiologique et métabolique de trois variétés de piment (*Capsicum annuum* L.). *J. Appl. Biosci.* 66: 5060-5069.
- 159. Ramegowda V., Da Costa M.V.J., Harihar S., Karaba N.N., Sreeman S.M. 2020.** Abiotic and Biotic Stress Interactions in Plants: A Cross-tolerance Perspective. In: Hossain M.A., Liu F., Burritt D., Fujita M., Huang B., editors. *Priming-Mediated Stress and Cross-Stress Tolerance in Crop Plants.* Elsevier; Amsterdam, The Netherlands: 2020. pp. 267–302.
- 160. Reddy S. M., Madhusundna Rao. M., Reddy A. S., Reddy M. M. et Charry S. J., 2004.** *University Botany- III: (Plant Taxonomy, Plant Embryology, Plant Physiology)* vol. 3. Ed. new age international limited publishers. New Delhi. P: 18-38-135-137.
- 161. Renard J. L. and Quillec G., 1975.** L'Helminthosporiose du cocotier. *Etudes préliminaires. Oléagineux* 30(5): 209-213.
- 162. Rma N. R., Cintia G. V., Maria V C., Ana S., Ester S., Carla C., 2017.** Identification And Expression Analysis Of 11 Subtilase Genes During Natural And Induced Senescence Of Barley Plants, *Journal Of Plant Physiology*, Volume 211, April 2017, Pages 70-80.
- 163. Rui Guo, Long Zhao, Kaijian Zhang, Huiying Lu, Nadeem Bhanbhro and Chunwu Yang 2021.** Comparative Genomics and Transcriptomics of the Extreme Halophyte *Puccinellia tenuiflora* Provides Insights Into Salinity Tolerance Differentiation Between Halophytes and Glycophytes,. *Front. Plant Sci.*, 22 April 2021.
- 164. Ruiz-Lozano J.M., Porcel R., Azcón C., Aroca R. 2012.** Regulation by Arbuscular mycorrhizae of the integrated Physiological Response to Salinity in Plants: New Challenges in Physiological and Molecular Studies. *J. Exp. Bot.* 2012;63:4033–4044. doi: 10.1093/jxb/ers126.
- 165. Sabine T., Raymond D., Saman S., Robert N., Glenn F., Michael T., 2015 .** Does A Freely Tillering Wheat Cultivar Benefit More From Elevated Co Than A Restricted Tillering Cultivar In A Water-Limited Environment?, *European Journal Of Agronomy*, Volume 64, Pages 21-28.

## Références bibliographiques

---

- 166. Samad, R., and Karmoker, J. L. 2012.** Effects of gibberellic acid and Kn on seed germination and accumulation of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> in the seedlings of triticale-I under salinity stress. *Bangladesh J. Bot.* 41, 123–129. doi: 10.3329/bjb.v41i2.13435.
- 167. Sarker U., Oba S.2020.** The Response of Salinity Stress-Induced *A. tricolor* to Growth, Anatomy, Physiology, Non-Enzymatic and Enzymatic Antioxidants. *Front. Plant Sci.* 2020;11:1–14. doi: 10.3389/fpls.2020.559876.
- 168. Sarker U., Oba S. 2019.** Salinity Stress Enhances Color Parameters, Bioactive Leaf Pigments, Vitamins, Polyphenols, Flavonoids and Antioxidant activity in selected *Amaranthus* leafy vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 2019;99:2275–2284. doi: 10.1002/jsfa.9423.
- 169. Sarker U., Oba S.2018.** Drought Stress Effects on Growth, ROS Markers, Compatible Solutes, Phenolics, Flavonoids, and Antioxidant Activity in *Amaranthus tricolor*. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 2018;186:999–1016. doi: 10.1007/s12010-018-2784-5.
- 170. Savin R., Slafer G., Cossani M., Abeledo G. Et Sadras V., 2015.** Chapter 7 – Cereal Yield In Mediterranean-Type Environments: Challenging The Paradigms On Terminal Drought. The Adaptability of Barley Vs Wheat And The Role Of Nitrogen Fertilization In Crop Physiology (Second Edition). Academic Press. San Diego. P: 141-158.
- 171. Sergio N. Daneri-Castro, BirteSvensson, Thomas H. Roberts, 2016.** Barley Germination: Spatio-Temporal Considerations For Designing And Interpreting ‘Omics’ Experiments, *Journal Of Cereal Science*, Volume 70, Pages 29-37.
- 172. Shabala, S., Hariadi, Y., and Jacobsen, S. E. 2013.** Genotypic difference in salinity tolerance in quinoa is determined by differential control of xylem Na<sup>+</sup> loading and stomatal density. *J. Plant Physiol.* 170, 906–914. doi: 10.1016/j.jplph.2013.01.014.
- 173. Shakirova, F. M., Sakhabutdinova, A. R., Bezrukova, M. V., Fatkhutdinova, R. A., and Fatkhutdinova, D. R. 2003.** Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Sci.* 164, 317–322. doi: 10.1016/S0168-9452(02)00415-6.
- 174. Shewry P., et Ullrich S., 2014.** Barley Second Edition, A Volume In American Associate Of Cereal Chemists International, Chemistry And Technology, Aacc International, Published By Elsevier Inc, United States Of America, 322p.
- 175. Si Bennasseur Alaoui** Référentiel Pour La Conduite Technique De La Culture D’orge(*HordeumVulgare*).[https://www.fellahtrade.com/ressources/pdf/Orge\\_Grain.Pdf](https://www.fellahtrade.com/ressources/pdf/Orge_Grain.Pdf).
- 176. Simon Et Al, 1989.** Produire Les Céréales A Paille. Agriculture D’aujourd’hui, Science, Techniques, Applications Ed°. J.B.Baillère; P333.

## Références bibliographiques

---

177. **Snoussi S A et Abbad M., 2012-** Impact de la salinité sur quelques paramètres organoleptiques des fruits de tomate cultivée en zone aride, *Revue agrobiologia*; 2: 09-16.
178. **Snoussi, S.A. et Chikhi, H., 2012.** Effet de la salinité sur l'absorption hydrominérale des plantules de tomate dans un environnement salin. *Revue Agrobiologia*; 2: 83 – 87.
179. **Soleymani A., 2017.** Light Response of Barley (*Hordeum Vulgare L.*) And Corn (*Zea Mays L.*) As Affected By Drought Stress, Plant Genotype And N Fertilization, *Bio-catalysis And Agricultural Biotechnology*, Volume 11, Pages 1-8.
180. **Soltner D., 1986 :** Les Bases De La Production Végétale Les Techniques De Production Des Céréales 1er Edition 472 P.
181. **Soltner D., 2005.** Les Grandes Productions Végétales céréales- plantes sarclées-prairies. 20ème Ed : Collection Sciences et Techniques Agricoles. pp 458-464.
182. **Soltner, 1990.** Les Grandes Productions Végétales. Les Collections Sciences Et Techniques Agricoles, Ed .1 7ème Edition .Paris. France., 464p.
183. **Soltner., 2001.** Les bases de la production végétale. Tome III.la plant et son amélioration, 3e édition Paris, 189p.
184. **Sosa S., et Altinier G., 2005.** Extracts and constituents of *Lavandula multifida* with topical anti-inflammatory activity. *Phytomedicine* 12(4): 271-277.
185. **Souguir, D., Jouzdan, O., Khouja, M.L., et Hachicha, M. 2013.** Suivi de la croissance d'*Aloe vera* en milieu salin : Parcelle de kalaat Landelous (Tunisie). *Etude et Gestion des Sols*. 30 (3): 190-206.
186. **Sriman N D., Ankit T., Vinay K P., Ghanshyam V S. 2018.** Effect Of Nitrogen Levels And Its Time Of Application On Growth Parameters Of Barley (*Hordeum vulgare L.*). *Journal Of Pharmacognosy And Phytochemistry*: 7(1). Pp 333-338.
187. **Stanca A.M., Gianinetti A., Rizza F., Terzi V. 2016.** Barley: An Overview Of A Versatile Cereal Grain With Many Food And Feed Uses, In Reference Module In Food Science, Elsevier.
188. **Steven E. Ullrich. 2011.** Barley: Production, Improvement, And Uses (World Agriculture Series), Published By Wiley-Blackwell.
189. **Tania SS Rhaman MS., Rauf F, Rahaman M., Kabir MH., Md. Hoque A., Murata Y. 2022.** Alleviation of Salt-Inhibited Germination and Seedling Growth of Kidney Bean by Seed Priming and Exogenous Application of Salicylic Acid (SA) and Hydrogen Peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). *Seeds* 1, 87–98.
190. **Tellah S. 2005.** Etude du comportement de 19 génotypes d'orges (*Hordeum vulgare L.*) dans les conditions de la Mitidja. *Rev. Céréaliculture* N°45, p12.

## ***Références bibliographiques***

---

- 191. Usubaliev B., Brantestam A., Salomon B. ET Garkava-Gustavson L., 2013.** Genetic Diversity in Farmer Grown Barley Material from Kyrgyzstan. *Genetic Resources and Crop Evolution* 60. P: 1843-1858.
- 192. Wang L., Liu Y., Li D., Feng S., Yang J., Zhang J., Wang D., Gan Y. 2019.** Improving Salt Tolerance in Potato through Overexpression of AtHKT1 gene. *BMC Plant Biol.* 2019; 19:1–15. doi: 10.1186/s12870-019-1963-z.
- 193. Wang, W.X., Vinocur, B., Shoseyov, O. and Altman, A. 2001.** Biotechnology of plantosmotic stress tolerance: physiological and molecular considerations. *Acta Hort.* 560: 285-292
- 194. Wang, Y., Mopper, S., and Hasenstein, K. H. 2001.** Effects of salinity on endogenous ABA, IAA, JA, and SA in *Iris hexagona*. *J. Chem. Ecol.* 27, 327–342. doi: 10.1023/A:1005632506230.
- 195. Yurekli, F., Porgali, Z. B., and Turkan, I. 2004.** Variations in abscisic acid, indole-3-acetic acid, gibberellic acid and zeatin concentrations in two bean species subjected to salt stress. *Acta Biol. Cracoviensia Series Botanica*, 46, 201–212.
- 196. Zekri, M. and Parsons, R. 1989.** Growth and root hydraulic conductivity of several citrus rootstocks under salt and polyethylene glycol stresses. *Physiologia Plantarum.* 77: 99-106.
- 197. Zemour K., Adda A., Labdelli A., Dellal A., Cerny M., et Merah O. 2021.** Effects of Genotype and Climatic Conditions on the Oil Content and Its Fatty Acids Composition of *Carthamus tinctorius L.* Seeds. *Agronomy*, 11 (10): pp.2048.
- 198. Zemour K., Labdelli A., Adda A., Dellal A., Talou T. et Merah, O. 2019.** Phenol Content and Antioxidant and Antiaging Activity of Safflower Seed Oil (*Carthamus Tinctorius L.*). *Cosmetics*, 6(3): 55.
- 199. Zerafa Chafia, Ghenai Awatef., Benlaribi Mostefa 2017:** Comportement Phénologique et Morpho- Physiologique de Quelques Génotypes d'orge et de blé, *European Scientific Journal* February 2017 edition vol.13.,, pages 287-299.
- 200. Zhang C, Luo W, Li Y, Zhang X, Bai X, Niu Z, et al. 2019.** Transcriptomic analysis of seed germination under salt stress in two desert sister species (*Populus euphratica* and *Populus pruinosa*). *Frontiers in Genetics.* 2019;10:1-16
- 201. Zhu, J., Fan, Y., Shabala, S., Li, C., Lv, C., Guo, B., Zhou, M. 2020.** Understanding Mechanisms of Salinity Tolerance in Barley by Proteomic and Biochemical Analysis of Near-Isogenic Lines. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(4), 1516.

## ***Références bibliographiques***

---

202. **Zhu, J.K.**2001. Plant salt tolerance. Trends in plant science, 6:66-71.
203. **Zouaoui, A., Moula, E., et Snoussi, S. A. 2018.** Étude de l'effet de la salinité et de l'inoculation de bradyrhizobiumsp. (Lotus) sur le comportement morpho-physiologique du haricot (*Phaseolus vulgaris L.*). Revue Agrobiologia. 8(1): 802-808.

# **Listes des annexes**

## Listes des annexes

### Liste des Annexes :

#### Annexe 01 : La précocité de germination

Nacl				Moyenne	Ecart-type	
0 meq	A,Sabsent	HYDR absent	PSITA absent	24h	11,6667	2,88675
				48h	70,0000	5,00000
			Présent	24h	21,6667	2,88675
				48h	36,6667	7,63763
	Présent	Absent	Absent	48h	38,3333	7,63763
				24h	8,3333	2,88675
				48h	36,6667	2,88675
				24h	8,3333	2,88675
150meq	Absent	Absent	Absent	24h	3,3333	5,77350
				48h	23,3333	10,40833
			Présent	24h	10,0000	5,00000
				48h	28,3333	2,88675
	Présent	Absent	Absent	24h	5,0000	5,00000
				48h	31,6667	10,40833
				24h	5,0000	0,00000
				48h	25,0000	5,00000
250meq	Absent	Absent	Absent	24h	0,0000	0,00000
				48h	0,0000	0,00000
			Présent	24h	10,0000	0,00000
				48h	26,6667	2,88675
	Présent	Absent	Absent	24h	0,0000	0,00000
				48h	10,0000	0,00000
				24h	0,0000	0,00000
				48h	23,3333	7,63763

#### Annexe02 : La longueur de radicule.

Nacl				Moyenne	Ecart-type	
0 meq	A,Sabsent	HYDR absent	PISTA absent	58,0833	,62915	
			Présent	41,1667	1,62660	
			Présent	Absent	47,1667	,28868
			Présent	Absent	Absent	51,0000
150meq	Absent	Absent	Absent	19,0000	,50000	
			Présent	31,7500	1,80278	
			Présent	Absent	29,1667	1,90941
			Présent	Absent	Absent	28,0833
250meq	Absent	Absent	Absent	0,0000	0,00000	
			Présent	26,0000	2,88314	
			Présent	Absent	24,0000	3,25000
			Présent	Absent	Absent	19,9167



**Annexe 03 : Taux finale de germination.**

Nacl				Moyenne	Ecart-type
0 meq	A,S absent	HYDR absent	PISTA absent	90,0000	5,00000
			Présent	81,6667	2,88675
	Présent	Absent	Absent	66,6667	5,77350
			Absent	71,6667	5,77350
150meq	Absent	Absent	Absent	41,6667	2,88675
			Présent	66,6667	12,58306
	Présent	Absent	Absent	53,3333	2,88675
			Absent	53,3333	2,88675
250meq	Absent	Absent	Absent	0,0000	0,00000
			Présent	60,0000	8,66025
	Présent	Absent	Absent	43,3333	2,88675
			Absent	51,6667	7,63763

**Annexe 04 : Dosage des sucres Solubles.**

Nacl				Moyenne	Ecart-type
0 meq	A,S absent	HYDR absent	PISTA absent	2,3910	,17563
			Présent	2,3827	,07665
	Présent	Absent	Absent	2,3158	,06638
			Absent	2,3074	,08811
150meq	Absent	Absent	Absent	5,1258	,43457
			Présent	6,2967	,14486
	Présent	Absent	Absent	5,5440	,38325
			Absent	5,2931	,52228
250meq	Absent	Absent	Absent	9,4747	,14486
			Présent	10,8965	,25090
	Présent	Absent	Absent	9,9765	,14486
			Absent	9,8092	,14486

## *Listes des annexes*

---

### **Annexe 05 : Dosage des poly phénols.**

<b>acide gal-lique</b>	<b>0,5 mg</b>	<b>0,25 mg</b>	<b>0,15 mg</b>	<b>0,1 mg</b>	<b>Hydrolat</b>	<b>Pistachier</b>
<b>1</b>	1,063	0,665	0,391	0,322	0,018	3
<b>2</b>	1,168	0,562	0,406	0,122	0,018	3
<b>3</b>	2,133	1,03	0,415	0,277	0,018	3

### **Annexe 06 : Dosage des Flavonoïdes.**

<b>Quercétine</b>	<b>0,5 mg</b>	<b>0,25 mg</b>	<b>0,15 mg</b>	<b>0,1 mg</b>	<b>Hydrolat</b>	<b>Pistachier</b>
<b>1</b>	0,215	0,173	0,119	0,075	0,144	3
<b>2</b>	0,374	0,208	0,149	0,065	0,154	3
<b>3</b>	0,064	0,052	0,025	0,017	0,146	3

### **Résumé**

La salinité est l'un des facteurs majeurs responsables de la détérioration des sols en les rendant impropres à l'agriculture. Par leur concentration excessive en sels, les sols salins constituent un environnement défavorable pour la croissance de la plupart des céréales.

L'objectif de notre travail est d'étudier le comportement physiologique, biochimique de grain de l'orge (*Hordeum vulgare*.L) , soumise à l'action combinée du stress salin par l'application de deux concentrations de 150 meq et 250 meq préparées à base de chlorure de sodium (NaCl), l'acide salicylique, l'hydrolat de lavande, et l'extrait aqueux de pistachier. Les résultats ont démontré que la salinité diminue considérablement, la longueur racinaire, la précocité et le taux final de germination. En outre, l'augmentation du niveau de la salinité a pour conséquence un accroissement de l'accumulation finale des sucres solubles. Le rôle physiologique et biochimique des sucres a fait l'objectifs de nombreuses recherches scientifiques où elles prouvés leur importance autant que osmotocums. Selon notre étude, l'addition de l'acide salicylique, l'hydrolat de lavande, l'extrait aqueux de pistachier s'avère davantage importante.

**Mots clés :** Orge (*Hodeum vulgare* . L), la germination, la salinité, chlorure de sodium (NaCl), et l'acide salicylique, l'hydrolat de lavande, l'extrait aqueux de pistachier, sucres solubles.

### **Abstract**

Salinity is one of the major factors responsible for soil deterioration by making it unsuitable for agriculture. Due to their excessive concentration of salts, saline soils are an unfavorable environment for the growth of most cereals.

Our work consists in studying the physiological, biochemical and morphological behavior of barley (*Hordeumvulgare* . L), subjected to the combined action of salinity by the application of two concentrations of 150meq and 250meq prepared on the basis of sodium chloride (NaCl), and salicylic acid, lavender hydrolat, aqueous pistachio extract. The results showed that salinity decreases considerably, root length, precocity and final germination rate. In addition, the increase in salinity levels results in an increase in the final accumulation of soluble sugars. The physiological and biochemical role of sugars has been the focus of numerous scientific research where they proved their importance as osmotics. According to our study, the addition of salicylic acid, lavender hydrolate, aqueous pistachio extract is more important. Finally, the use of organic compounds could be constituted as an ideal alternative to reduce the effect of salinity on germination.

**Keywords :** Barley (*Hordeumvulgare* . L.), germination, salinity, sodium chloride (NaCl), and salicylic acid, lavender hydrolate, aqueous pistachio extract, soluble sugar.

## ملخص:

الملوحة هي واحدة من العوامل الرئيسية المسؤولة عن تدهور التربة من خلال جعلها غير مناسبة للزراعة. بسبب تركيزها المفرط للأملاح ، تعد التربة المالحة بيئة غير مواتية لنمو معظم الحبوب.

يتمثل عملنا من دراسة السلوك الفسيولوجي، البيوكيميائي، والمورفولوجي للشعير (*Hordeum vulgare* . L) ، والذي يخضع لتأثير الملوحة عن طريق تطبيق تركيزين من 150meq و 250meq محضرين من كلوريد الصوديوم (Na Cl)، وحمض الساليسيليك، هيدروولات الخزامى، ومستخلص نبات الضرو. أظهرت النتائج أن الملوحة تؤثر بالسلب على: طول الجذر، سرعة الإنبات، ومعدل الإنبات النهائي. بالإضافة إلى أن الزيادة في مستوى الملوحة تؤدي إلى التراكم النهائي للسكريات القابلة للذوبان. كان الدور الفسيولوجي والبيو كيميائي للسكريات محور العديد من الأبحاث العلمية حيث أثبتت أهميتها بقدر أهمية الأسموزية. وفقا لدراستنا، فإن إضافة حمض الساليسيليك، هيدروسول الخزامى، ومستخلص نبات الضرو هو أكثر أهمية. أخيرا، يمكن استخدام هذه المركبات العضوية كبديل مثالي لتقليل تأثير الملوحة على الإنبات.

**الكلمات المفتاحية:** الشعير (*Hordeum vulgare*.L) ، الإنبات، الملوحة، كلوريد الصوديوم (NaCl)، حمض الساليسيليك، هيدروولات الخزامى، مستخلص نبات الضرو، والسكر الذائب.