



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

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

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Amélioration des plantes

Intitulé :

Synthèse bibliographique sur l'effet de stress salin sur la  
germination et la croissance des plantules de  
Colza (*Brassica napus* L.)

Présenté par : FRAHTIA Yacine

Soutenu le : 30 / 06/2024

Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	D <sup>r</sup> SALAMANI Amel	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
Encadrant :	D <sup>r</sup> KELALECHE Hizia	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
Examineur :	D <sup>r</sup> MAAMRI Khelifa	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.

Année Universitaire 2023/2024

# *Dédicaces*

*Mes très chers parents aucune dédicace ne saurait vous exprimer mon estime et mon profond respect, voire l'expression de ma profonde reconnaissance pour votre patience, vos grands sacrifices, vos prières et vos encouragements quotidiens. Puisse Dieu vous donner santé et longue vie, afin que je puisse à mon tour vous combler, sans jamais vous décevoir.*

*A mes amis **Hakim Amine Ayoup Zaki Samir Thamer Wassim Karim Belkacem Halim Rabiaa***

***Nadjib (الله يرحمه)**. Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des frères et sœurs sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

*Mes respectueux enseignants et à tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à son élaboration. Que Dieu leur accorde santé et prospérité*

# Remerciements

*Avant tout, nous remercions ALLAH tout puissant, De Nous avoir accordé la force, le courage, la volonté et la patience pour terminer ce travail.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à tous Ceux qui ont contribué de près ou de loin à notre formation tout au long de notre parcours universitaire, notamment :*

*Les membres du jury de nous avoir accordé du temps et de la patience pour évaluer notre travail.*

*Nous tenons à remercier Notre promoteur **Dr Kelaleche hizia** maitre de conférences à l'Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi – Bordj Bou Arreridj. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Pour avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour ses précieux conseils et orientations, sa disponibilité. Tout notre remerciement également et chaleureusement, **Dr MAAMRI** Khelifa, **Dr SALAMANI** Amel qui nous ont conseillé et orienté, vous trouvé ici l'expression de ma profonde gratitude.*

*Nous voudrions aussi exprimer notre vive reconnaissance envers tous les enseignants de notre spécialité Amélioration des plants et département des sciences agronomiques.*

# Table des matières

## Liste des tableaux

## Liste des figures

## Liste d'abréviations

Introduction.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique sur le colza.	
I-1- Origine de Colza.....	3
I-2- Classification de Colza .....	4
I-3- Description morphologique .....	4
I-3-1- Système racinaire .....	4
I-3-2- Système aérien.....	5
I-3-3- Appareil reproducteur.....	5
I-3-4- Les fruits .....	6
I-4- Cycle de développement du colza .....	6
I-4-1- La levée.....	6
I-4-2- Phase de croissance lente .....	7
I-4-3- Phase de croissance active .....	7
I-4-4- Repos végétatif.....	7
I-4-5- Reprise de végétation .....	7
I-4-6-Floraison.....	7
I-5- Les exigences du colza.....	7
I-6- Les Exigence agronomique .....	8
I-7- Les maladies et les ravageurs de colza.....	9
I-8- Les mauvaises herbes .....	9
I-9- Utilisation de colza .....	10
Chapitre II : stress salin	
II-1. Généralité sur le stress .....	11
II-1- Définition de stress .....	11
II-2- Définition de la salinité .....	11
II-2-1- La salinité dans le monde et en Algérie .....	12
II-3- L'origine de la salinité .....	13
II-3-1- La salinisation primaire.....	13
II-3-2 La salinisation secondaire .....	13

I1-4- Effet du stress salin sur la plante .....	14
I1-4-1- Effet du stress salin sur la morphologie de la plante .....	14
I1-4-1-1- Effet de la salinité sur la morphologie de la plante .....	14
I1-4-1-2- Effet de la salinité sur les racines .....	14
I1-4-1-3- Effet de la salinité sur les tiges .....	14
I1-4-1-4- Effet de la salinité sur les feuilles .....	14
I1-4-2- Effet du stress salin sur la physiologie de la plante .....	14
I1-4-2-1- Effet du stress salin sur la photosynthèse et les échanges gazeux .....	15
I1-4-3- Effet du stress salin sur la physiologie de la reproduction .....	16
I1-4-4- Effet du stress salin sur la phénologie de la plante .....	16
I1-4-4-1- Effet du stress salin sur la germination .....	16
I1-4-4-2- Effet du stress salin sur la croissance et le développement .....	16
I1-5- Mécanismes de la tolérance des plantes au stress salin .....	16
I1-5-1- Exclusion des ions .....	16
I1-5-2- Ajustement osmotique .....	16
I1-5-3- Régulation de la croissance .....	17
I1-5-4- L'inclusion .....	17

### **Chapitre III : Effet de stress salin sur la germination et la croissance du colza**

III-1- Effet de stress salin sur la germination du colza .....	18
III-2- Les paramètres de germination .....	19
III-2-1- Taux de germination .....	19
III-2-2- Le temps moyen de germination (TMG) .....	22
III-2-3- Germination moyenne journalière (MGJ) .....	23
III-3- Effet de stress salin sur la croissance du colza. ....	23
III-3-1- Longueur des racines . ....	24
III-3-2-Longueur de coléoptile finale (LC,cm) .....	25
III-3-3- Effets de stress salins sur la surface foliaire .....	26
III-3-4- Effets de stress salins sur Poids frais .....	27
<b>Conclusion</b> .....	29

### **Références Bibliographiques**

### Liste des tableaux :

<b>Tableau 01</b> : Superficie affectée par la salinité dans le monde.	11
--	----

### Liste des figures :

<b>Figure 1</b> : Description des composantes de la plante	5
<b>Figure 2</b> : Les principaux stades de croissance de colza	6
<b>Figure 3</b> : Répartition des sols salins de Nord de l'Algérie	13

## Liste des abréviations

**ABA** : Acide Abscissique

**C°** : Degré Celsius

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone

**EC** : Conductivité électrique

**FAO** : Food and Agriculture Organization

**g** : Gramme

**Ha** : Hectare

**J.-C.** : Jésus-Christ

**L** : Litre

**LC** : Longueur de la coléoptile

**LR** : Longueur de la racine

**mM** : Millimètre

**Mol** : Mole

**mMol** : millimol

**NaCl** : Chlorure de sodium

**pH** : Potentiel hydrogène

**PG** : Pourcentage de germination

**ROS** : Espèces réactives de l'oxygène

**TMG** : Taux moyenne de germination

**U** : Unité

**V** : Variété

**Ve** : 5ème siècle (500 à 599 après J.-C.)

**XVe** : 15ème siècle (1400 à 1499 après J.-C.)

# *Introduction*



### Introduction

Les oléagineux sont des plantes cultivées spécifiquement pour leurs graines ou leurs fruits riches en matières grasses, dont on extrait l'huile pour un usage alimentaire, énergétique ou industriel, par un procédé appelé trituration, au cours duquel les graines sont broyées et pressées, laissant alors un coproduit appelé tourteau d'oléagineux, généralement recyclé dans l'alimentation animale (**Cherfaoui ,2011**).

Le colza (*Brassica napus*. L) est une plante annuelle de la famille des Brassicacées qui est principalement cultivée pour ses graines afin de produire des huiles alimentaires et industrielles et dont le tourteau protéique résiduel convient bien à l'alimentation du bétail. (**Chalhoub et al., 2014**).

Depuis 1973, la production mondiale de graines oléagineuses a connu une progression continue. En 2008, elle a atteint environ 400 millions de tonnes. La répartition de la production entre les différentes graines oléagineuses( colza, tournesol, arachide, soja, sésame) est restée relativement stable au fil des années (**Cetiom, 2009**).

La production a augmenté progressivement pour se placer aujourd'hui en première position pour la production de graines oléagineuses en Europe et en seconde position à l'échelle mondiale, derrière le soja. Les programmes de sélection variétale se sont alors diversifiés et ciblent aujourd'hui la sécurisation des rendements sous contraintes biotiques et abiotiques, l'amélioration du bilan énergétique de la culture en visant notamment la limitation des apports d'intrants ainsi que la réduction de l'empreinte environnementale des systèmes de production (**FAO, 2018**).

L'Algérie importe plus de 1,3 milliard de dollars d'huiles par an. A ce titre le ministre de l'agriculture et du développement rural a également cité qu'il faudrait absolument développer la filière des huiles pour d'atteindre au moins 30% de nos besoins en huiles alimentaires ce qui nous permettra d'économiser annuellement plus de 400 millions de dollars. Un programme de développement de ces cultures a été inscrit dans la feuille de route du secteur pour la période 2020-2024. Ainsi, pour la première campagne, une superficie de plus de 3000 hectares a été consacrée à la culture du Colza dont près de 1000 ha ont été réservés à la production de la semence en vue d'assurer les besoins des campagnes à venir (**Www.Aps. Dz, 2020**).

La salinité des sols constitue l'un des principaux stress abiotiques limitant la croissance des plantes cultivées (**Abdelly et al., 2008 ; Munns et Tester, 2008**).

Cette salinité peut être naturelle ou induite par les activités agricoles comme l'irrigation (avec de l'eau de faible qualité) ou l'utilisation de certains types d'engrais (**Bartels et Nelson, 1995**).

Ainsi, chaque année, près de 10 millions d'ha de terres cultivables sont perdus dans le monde du fait de l'accumulation, au cours du temps, de petites quantités de sel contenues dans l'eau d'irrigation. La conséquence générale de la présence de sels dans les sols est une limitation de la croissance qui provoque une baisse de rendement (**Wicke et al., 2011**). Dans les régions semi-arides, la concentration en sel de la solution du sol peut atteindre 100 (mM/L), condition qui inhibe la croissance de la quasi-totalité des plantes cultivées (**Yan et al., 2015**). Pour des concentrations en sel plus fortes, même la germination peut devenir impossible (**Chakraborty et al., 2015**).

La germination est considérée comme une étape critique dans le cycle de développement de la plante. En effet, elle conditionne l'installation de la plantule, son branchement sur le milieu, et probablement sa productivité ultérieure. Le chlorure de sodium présent dans le sol ou dans l'eau d'irrigation affecte la germination des glycophytes. Il diminue la vitesse de germination et réduit le pouvoir germinatif. Cet effet dépend de la nature de l'espèce, de l'intensité du stress salin et de sa durée d'application (**Ben Naceur et al., 2001**).

Le développement de variétés tolérantes à la salinité jouera un rôle très important dans l'augmentation de la surface réservée à la culture du colza, en l'étendant dans des zones arides et semi-arides (en irrigué et en sec). Dans ces circonstances, l'amélioration génétique reste le moyen le plus efficace pour disposer d'un matériel végétal adapté aux conditions pédoclimatiques. Il s'agit de tester et de sélectionner des variétés aptes à maintenir un niveau de germination satisfaisant sous contraintes de salinité.

L'objectif de cette étude est d'évaluer et de comprendre l'effet du stress salin sur la germination et la croissance du colza (*Brassica napus* L.). Premièrement, il s'agit de mieux appréhender les mécanismes adaptatifs de la plante face à ces contraintes environnementales. Deuxièmement, cette étude vise à fournir des informations clés pour améliorer la résistance et la tolérance du colza aux stress salins.

Les objectifs principaux de cette étude sont les suivants :

- Évaluer l'impact du stress salin sur les paramètres de germination du colza, tels que (Taux de germination, Le temps moyen de germination, Germination moyenne journalière, Longueur des racines, Longueur de coléoptile finale, la surface foliaire, Poids frais).

## Introduction

---

- Examiner les effets du stress salin sur la croissance initiale du colza, en analysant des paramètres tels que la longueur de la radicule, la longueur des racines et la biomasse des plantules.
- Comprendre les mécanismes morphologiques impliqués dans la réponse du colza au stress salin.

L'étude bibliographique est divisée en trois chapitres principaux :

Le premier chapitre étudie les généralités du Colza et du stress salin. Le deuxième chapitre s'est concentré sur les études sur l'effet du stress salin sur la germination et la croissance du colza. En fin, une conclusion générale.

# *Chapitre I :*

*Synthèse bibliographique*

*Sur le colza*

## **Généralités :**

### **1-1-Origine de colza :**

Le colza (*B. napus L.*) membre ancien de la famille des Crucifères ou Brassicacées, est une culture qui a une longue histoire. Le terme "Crucifères" tire son origine du latin et fait référence à la forme cruciforme de ses fleurs (**Chalhoub et al., 2014**). Évoquant ainsi la croix. Des textes anciens, tels que des écrits sanskrits datant de 2000 à 1500 ans avant J.-C. et des documents grecs, romains et chinois des années 500 à 200 avant notre ère, font explicitement mention du colza oléagineux et de la moutarde. En Europe, la culture du colza a débuté du Moyen Âge (Ve au XVe siècle en Europe occidentale), mais elle a pris une dimension commerciale notable aux Pays-Bas dès le XVI siècle. À cette époque, l'huile de colza était principalement utilisée comme combustible pour les lampes, avant de trouver d'autres applications telles que le lubrifiant pour les moteurs à vapeur. Ainsi, le colza incarne une tradition agricole profondément enracinée et une évolution technologique marquante à travers les âges (**Downey et Röbbelen, 1989**).

### **1-2-Classification de Colza :**

*Brassica napus L.*, plus connu sous les noms de canola et de colza, est classé comme suit dans la taxonomie botanique (**USDA-NRCS, 2014**) :

- Règne : Plantes (règne végétal).
- Sous-règne : Trachéobiontes (plantes vasculaires).
- Super-embranchement : Spermatophytes (plantes à graines).
- Embranchement : Magnoliophytes (plantes à fleurs).
- Classe : Magnoliopsides (dicotylédones).
- Sous-classe : Dilléniidées.
- Ordre : Capparales.
- Famille : Brassicacées (famille de la moutarde).
- Genre : *Brassica L. (moutarde)*.
- Espèce : *Brassica napus L. (canola et colza)*.

### **1-3-Description morphologique :**

L'appareil végétatif du colza, comme toute les plantes, se compose de deux systèmes, aériens et racinaires.

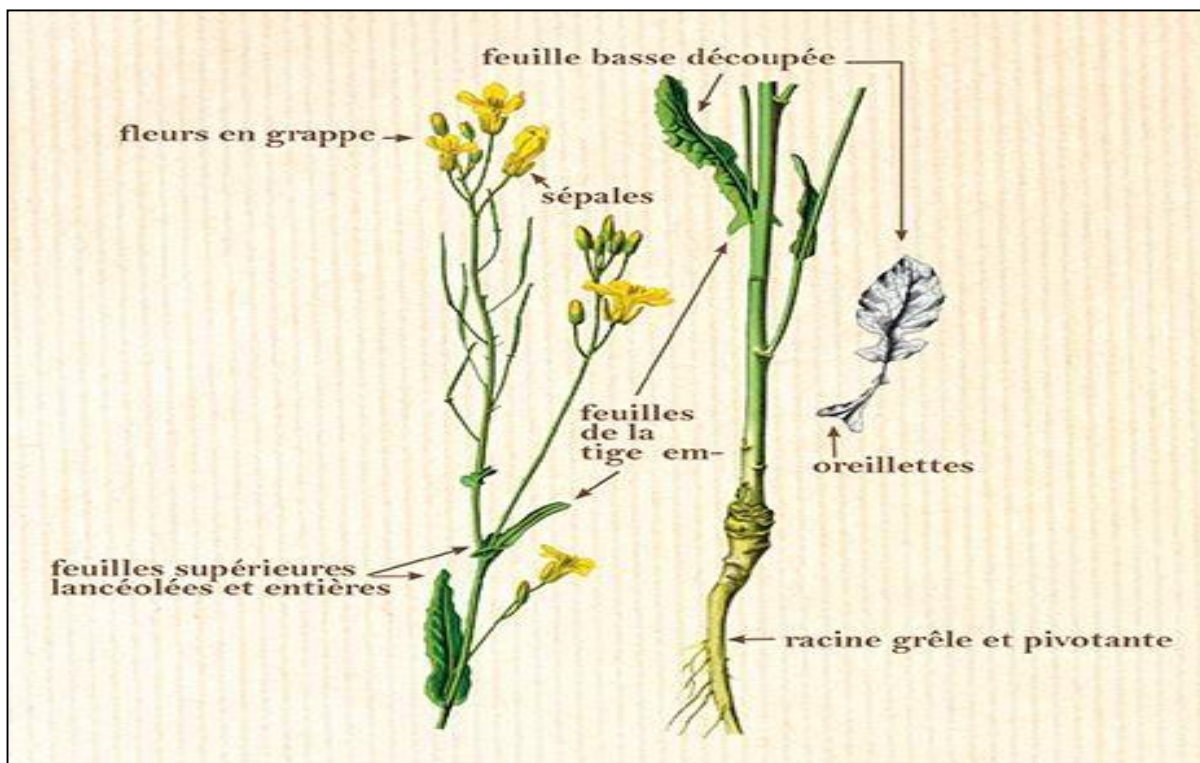
#### **1-3-1 Système racinaire :**

S'accroît très rapidement, formant un pivot qui va devenir profond et épais (**Figure 1**), où la plantule accumule des réserves sur toute sa longueur, le pivot émet des racines secondaires nombreuses (**Boyelledieu, 1991 In Guetta Et Abdelhak, 2009**).

### 1-3-2 Système aérien :

Elle se forme d'une tige rameuse et feuilles glabres. Les feuilles inférieures sont pétiolées et découpées, les supérieures sont lancéolées et entières (**Figure 1**).

**Figure 1:** Description des composantes de la plante (**Rihet, 2019**)



### 1-3-3- Appareil reproducteur

Selon (**Boyeldieu, 1991 in Guetta et Abdelhak, 2009**). Chaque ramification de la tige porte une inflorescence, formant une grappe simple à croissance indéfinie s'appelle boutons floraux, qui portent des fleurs de couleur jaune vif foncé à blanc crème. La fleur du colza est hermaphrodite, la fécondation est autogame, en moyenne, on observe 2/3 d'autofécondation (70 %), et 1/3 de fécondation croisée (30 %) La fleur est composée par :

- Un calice à 4 sépales libres de couleur verte.
- Une corolle à 4 pétales libres de couleur jaune.
- Les organes de reproduction comprennent 6 étamines, quatre sont longues avec des placentations pariétales, surmonté d'un style comportant un stigmate discoïde.
- La fleur présente aussi nectaires situés à la base des étamines très accessibles aux insectes (petites masse jaunâtres).

La structure florale du colza, avec ses caractéristiques hermaphrodites et son mécanisme de fécondation autogame prédominante, favorise une reproduction efficace et assure le développement optimal des graines, contribuant ainsi à la vitalité et à la pérennité de cette culture (**Bendana, 2008**).

### 1-3-4- Les fruits :

Selon (Hayat *et al.*, 2012) Après la floraison, chaque fleur donne une silique à valvée convexe de 5 à 10 cm de long, qui sont déhiscentes à la maturité, chaque silique contient environ 20 petites graines ex albuminées, (2 à 2.5 mm de diamètre ayant une teneur en huile variable selon les variétés) La graine du colza se détachant de ses siliques après le battage. La structure de la graine se compose essentiellement de :

- Crête radriculaire.
- Tégument.
- Deux cotylédons.
- L'embryon

La formation des siliques et le développement des graines de colza sont des étapes cruciales dans le cycle de vie de la plante, contribuant à sa reproduction et à la production de ses précieuses graines riches en huile (Boyeldieu, 1991 in Guetta et Abdelhak, 2009).

### 1-4- Cycle de développement du colza :

La culture du colza dure 10 à 11 mois. Le cycle de cette culture est marqué par un repos végétatif durant la période hivernale, ce qui dessine 2 phases distinctes : une première phase du semis à l'entrée en hiver (ou repos végétatif) et une seconde de la sortie d'hiver ou reprise végétative jusqu'à la récolte (Pitann *et al.*, 2009).

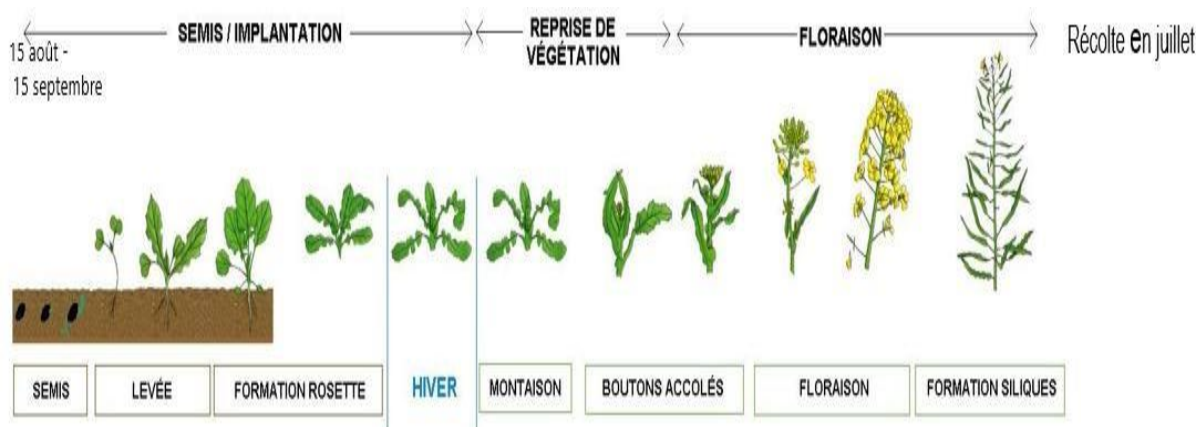


Figure2 : Les principaux stades de croissance de colza (Rihet, 2019).

#### 1-4-1- La levée :

La levée du colza dépend de plusieurs facteurs, notamment la profondeur de semis, la qualité du lit de semences, la température du sol et l'humidité. Des études montrent que la profondeur de semis optimale pour le colza est d'environ 1 à 2 cm. Une humidité du sol

suffisante, généralement équivalente à 7 à 10 mm de pluie, est nécessaire pour assurer une levée uniforme et rapide (Hayat et al, 2012).

#### **1-4-2- Phase de croissance lente :**

Au début de la croissance, le colza est sensible aux attaques de bioagresseurs tels que les limaces, les altises et les pucerons. Des études ont montré que la densité de limaces était plus élevée dans les parcelles de colza à la fin de l'automne, ce qui souligne l'importance d'une surveillance précoce et de mesures de contrôle efficaces (Bennouna, 2018).

#### **1-4-3- Phase de croissance active :**

Une fois passée la phase sensible, le colza entre dans une phase de croissance active où il développe rapidement son système racinaire. Des recherches ont montré que le colza était capable d'absorber efficacement l'azote et d'autres nutriments du sol pendant cette période, ce qui souligne l'importance d'une fertilisation adéquate à ce stade (Yong et al., 2015).

#### **1-4-4- Repos végétatif :**

Pendant le repos végétatif, le colza cesse sa croissance et entre dans une phase de dormance. Des études ont montré que cette phase était influencée par des facteurs tels que la température, la durée du jour et la disponibilité en eau. Un repos végétatif plus long peut être observé dans des conditions plus froides ou sèches (Nabloussi, 2015).

#### **1-4-5- Reprise de végétation :**

La reprise de végétation en sortie d'hiver est un moment critique pour le colza, car il doit rapidement reprendre sa croissance pour profiter pleinement du printemps. Des études ont montré que la reprise de végétation était influencée par des facteurs tels que la température du sol, la disponibilité en eau et les réserves de nutriments de la plante (Nabloussi, 2015).

#### **1-4-6- Floraison :**

La floraison du colza est un processus complexe influencé par de nombreux facteurs, notamment la température, le rayonnement solaire et le stress hydrique. Des études ont montré que des conditions défavorables pendant la floraison, telles que des températures élevées ou un manque d'eau, pouvaient réduire le rendement en graines de colza en limitant la formation des siliques et la pollinisation (Hayat et al., 2012).

#### **1-5- Les exigences du colza :**

- **La Température :** La Température influence fortement la production de colza. Une température minimale de sol de 5°C est nécessaire pour la germination des graines. Le colza est sensible aux gelées hivernales et printanières ainsi qu'aux températures élevées pendant la floraison. Une température douce (entre 10 et 15°C) post-floraison favorise la biosynthèse de l'huile. La somme de températures moyenne requise depuis



le semis jusqu'à la floraison est d'environ 950 à 1000 degrés-C° jours (**Morrison et al., 1989 ; Akhtar, 1993**).

- **Le Sol** : Le colza préfère les sols riches, profonds, bien ameublés et bien drainés (**Sattell et al., 1998**). Tout en conservant une certaine humidité. Les sols argilo-sablonneux, argilo-limoneux et argileux conviennent bien (**Akhtar, 1993**), mais les sols sablonneux sont déconseillés en raison de leur faible rétention d'eau. Un pH de sol optimal se situe entre 6 et 8,5.
- **Eau** : Le colza a un besoin en eau important, nécessitant environ 450 à 500 mm sur l'ensemble de son cycle (**Akhtar, 1993**). Pendant la levée, le colza est très sensible à la sécheresse, ce qui peut compromettre le peuplement. Le manque d'eau en automne limite le développement et l'enracinement des plantes. Un déficit hydrique pendant la floraison peut entraîner la chute des fleurs et une baisse du rendement en graines. L'excès d'eau peut également affecter négativement la croissance des plantes et entraîner des problèmes de ramification excessive et de pollinisation (**Mara, 1983**).

#### **1-6- Les Exigence agronomique :**

Il semble que vous disposiez d'une liste des exigences agronomiques pour la culture du colza. Voici un résumé de chaque point :

- **Place dans la rotation** : Le colza a un effet bénéfique sur la structure des sols grâce à son système racinaire pivotant. Il est particulièrement bénéfique en précédent de blé (**Rihet, 2019**).
- **Préparation du sol et semis** : Il est recommandé de travailler le sol dès la récolte du précédent, en travaillant le sol sur 15-20 cm avec un outil à dents. Le lit de semence doit être affiné par un travail superficiel sur moins de 10 cm pour obtenir une terre fine en surface. Le semis direct est possible sur un sol bien structuré, et le strip-till donne de bons résultats (**Nabloussi, 2015**).
- **Date de semis** : Les dates de semis recommandées varient selon la région, mais la période de semis optimale se situe généralement autour du 10-15 septembre pour les variétés d'hiver. Les semis trop précoces peuvent être affectés par la chaleur (**Rihet, 2019**).
- **Densité, écartement, profondeur** : La densité de semis doit être adaptée en fonction de divers facteurs tels que la date de semis, le type de semoir et l'écartement. La profondeur de semis recommandée est d'environ 2 cm, même dans un sol sec (**Munns et Tester, 2008**).

➤ **Roulage** : Après le semis, en cas de sécheresse, un roulage est recommandé pour assurer un bon contact entre les graines et le sol. Il est déconseillé de rouler sur un sol humide (**Hayat et al., 2012**).

➤ **Fertilisation** :

**A) -Azote** : La dose d'azote dépend de la biomasse de colza et de l'objectif de rendement. Un premier apport est généralement effectué à partir de mi-janvier, avec un fractionnement recommandé en fonction de la dose à apporter (**Hadef, 2004**).

**B) -Phosphore et potasse** : Les quantités à apporter dépendent du stock du sol et de l'historique des parcelles. Les apports se font à l'automne, le colza étant très exigeant en phosphore (**Hayat et al., 2012**).

**C) -Soufre** : Un apport systématique de 75 U de soufre est recommandé en combinaison avec un des apports d'azote et avant fin février. Les apports doivent se faire sous forme de sulfate (**Chakraborty et al., 2015**).

**D)-Molybdène** : Un apport de molybdate d'ammonium à la reprise de végétation atténuera les symptômes en sols légers et acides **FAO (2012)**.

**E) -Bore** : Les apports de bore sont nécessaires, surtout sur les sols sableux, avec des interventions foliaires à la reprise de végétation **FAO (2012)**.

#### **1-7- les maladies et les ravageurs de colza :**

Les cultures de colza sont vulnérables à diverses maladies et ravageurs qui peuvent entraîner des pertes économiques importantes pour les agriculteurs. Parmi les maladies, on retrouve la sclérotine causée par le champignon *Sclerotinia sclerotiorum*, la hernie du chou due au protozoaire *Plasmodiophora brassicae*, et la phoma (nécrose du collet) causée par le champignon *Phoma lingam*. Pour contrôler ces maladies, il est recommandé d'utiliser des méthodes telles que la rotation des cultures, l'utilisation de variétés résistantes et l'application de fongicides (**Guetta et Abdelhak, 2009**).

En ce qui concerne les ravageurs, les cultures de colza peuvent être attaquées par des limaces, les méligèthes (*Meligethes aeneus*), le gros charançon de la tige (*Ceutorhynchus napi*), les pucerons cendrés du chou (*Brevicoryne brassicae*), la tenthrède de la rave (*Athalia rosae*) et l'altise du colza (*Psylliodes chrysocephala*). Pour contrôler ces ravageurs, des mesures comme l'utilisation de pièges, d'insecticides sélectifs, de variétés résistantes et de rotation des cultures peuvent être mises en place (**Guetta et Abdelhak, 2009**).

#### **1-8- Les mauvaises herbes :**

Le contrôle des principales mauvaises herbes (Véroniques, Tabouret des champs, Capselle bourse à pasteur, Camomille, Coquelicot.etc) les plus gênantes est suffisante pour ne

pas pénaliser le rendement. On sélectionne les produits plus efficaces contre la mauvaise herbe dominante (Boyeldieu, 1991 In Guetta et Abdelhak, 2009).

**1-9-Utilisation de colza :**

Le colza est une culture polyvalente, cultivée principalement pour son huile alimentaire, dépourvue d'acide érucique et riche en acide oléique (Nabloussi, 2015). Ses applications sont multiples :

- 1. Secteur agroalimentaire :** L'huile de colza est utilisée pour la consommation humaine et la fabrication de margarine, offrant des avantages pour la santé et est même consommée sous forme de feuilles dans certains pays asiatiques (Guetta et Abdelhak, 2009).
- 2. Autres secteurs industriels :** L'huile de colza est utilisée comme carburant diesel et dans l'industrie chimique pour ses propriétés antioxydantes en raison de sa richesse en vitamine E (Ben Naceur et al., 2001).
- 3. Autres utilisations :** Les tourteaux restants après l'extraction d'huile sont utilisés comme alimentation animale. La culture du colza présente des avantages agronomiques tels que la préservation de la fertilité du sol, la réduction du lessivage de l'azote et la production de miel par les abeilles à partir de ses fleurs (Guetta et Abdelhak, 2009).

# *Chapitre II :*

*Synthèse bibliographique*

*Sur le stress salin*

## **II-Généralité sur le stress :**

### **II-1-Définition de stress :**

Le stress est l'ensemble des conditions qui provoquent des changements des processus physiologiques résultant éventuellement en dégâts, dommages, blessures et inhibition de la croissance ou de développement (**Menacer, 2007**). On distingue deux grandes catégories de stress :

- **Stress biotique** : imposé par les organismes (insectes, micro- organisme...etc.).
- **Stress abiotique** : causée par l'influence de facteurs environnementaux tels que la chaleur, l'eau, la lumière et la salinité ...etc., qui ont conduit à la création de types de stress abiotique :

#### **1- Stress hydrique :**

Il est provoqué par un déficit en eau constituant une menace permanente pour la survie des plantes, néanmoins, beaucoup d'entre elles produisent des modifications morphologiques et physiologiques qui leurs permettent de survivre dans les régions de faible pluviosité dont la teneur en eau des sols est peu élevée (**Hopkins, 2003**).

#### **2- Stress thermique :**

La température est l'un des principaux facteurs qui conditionne la productivité des plantes, Les plantes qui poussent dans des régions désertiques et dans des régions cultivées semi-arides sont soumises à des températures élevées en même temps qu'à des niveaux de radiations élevées, à des faibles humidités du sol et à des intensités potentiellement élevées de la transpiration (**Hopkins, 2003**).

#### **3-Stress salin :**

Le stress salin est une brusque augmentation de la concentration en sels qui conduit d'une part, à un afflux plus élevé d'ions dans la cellule suite à la chute de la concentration du milieu externe, d'autre part, à une perte d'eau par voie osmotique (**Hopkins, 2003**).

### **II-2-Définition de la salinité :**

La salinisation joue un rôle majeur dans la dégradation des sols et elle menace à court terme une partie non négligeable des superficies cultivables du globe (**Souguir et al., 2013**). Ce phénomène correspond à l'accumulation excessive des sels très solubles dans la partie superficielle des sols ce qui se traduit par une diminution de la fertilité du sol (**Souguir et al., 2013**).

Selon (**Mermoud, 2006**), la salinisation peut aussi être défini comme un processus d'accumulation des sels solubles à la surface du sol et dans la zone racinaire en quantité suffisante pour affecter ses aptitudes agronomiques.

### II-2-1- La salinité dans le monde et en Algérie :

➤ **Dans le monde :**

La salinité affecte de grandes surfaces et limite la productivité des végétaux (**Abdelly, 2006**). Dans plusieurs régions du monde, cette situation est aggravée par la raréfaction des réserves en eau douce (**Abdelly, 2006**). Les sols salins sont très répandus à la surface du globe, leur salinité constitue l'un des principaux problèmes du développement agricole (**Abdelly, 2006**). Globalement les sols salés occupent une superficie de 950 millions d'hectares (**Hasan, 2015**). Il a été estimé que 20% des 275 millions d'hectares des terres irriguées (**Flowers, 2005**) et 15% (227 millions d'hectares) des terres cultivables sont affectées par la salinité (**FAO, 2021**).

Quinze millions d'hectares de terres agricoles sont touchées par une salinité croissante des sols au Maghreb, au Moyen-Orient (**Ben Ahmed et al., 2008**). Ainsi, en Tunisie, les sols salés couvrent environ 10% de la superficie globale du pays, soit à peu près 25% de la surface totale des sols cultivables (**Ben Ahmed et al., 2008**). En Egypte, 35% des aires cultivées sont salinisées, 90% d'entre elles souffrent d'engorgement (**Ben Ahmed et al., 2008**).

**Tableau I** : Superficie affectée par la salinité dans le monde.

Région	Superficie (millions hectares)
Australie	357,3 millions d'hectares
Asie du centre et Nord	211,7 millions d'hectares
Amérique du Sud	129,2 millions d'hectares
Asie du Sud	87,6 millions d'hectares
Afrique	80,5 millions d'hectares
Europe	50,8 millions d'hectares
Asie du Sud Est	20 millions d'hectares
Amérique du Nord	15,7 millions d'hectares
Mexique et Amérique centrale	2 millions d'hectares
Total	954,8

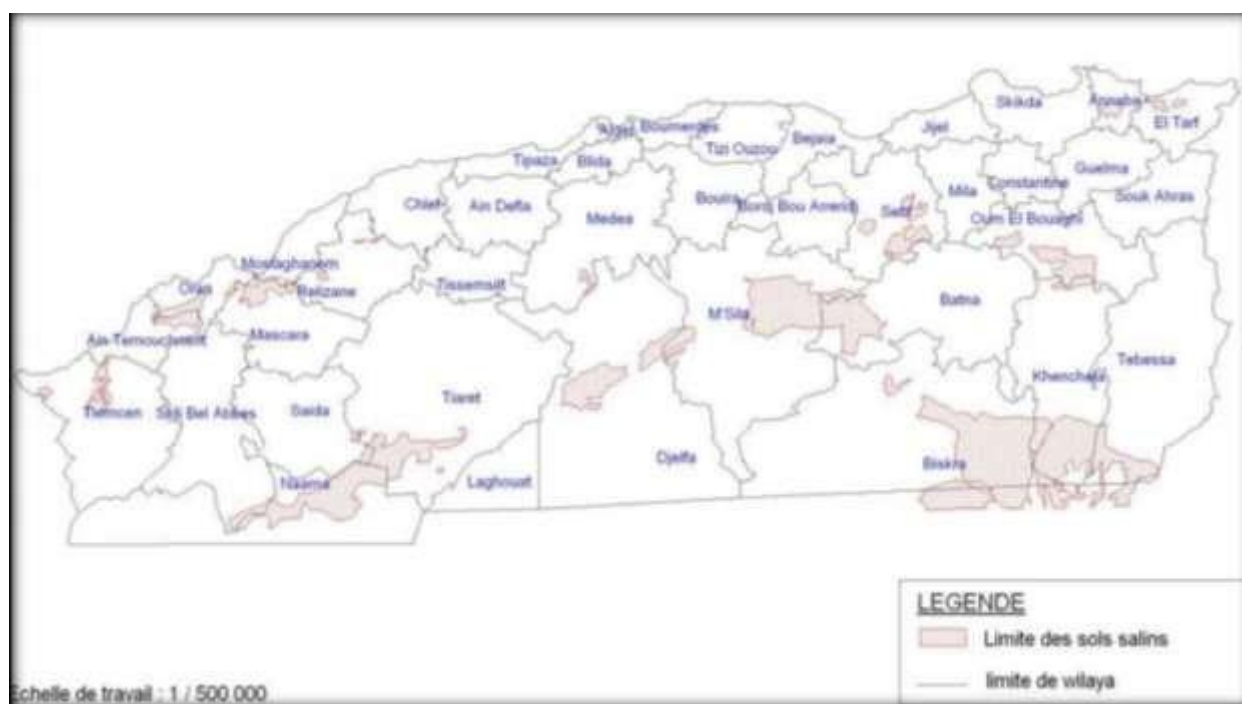
**Source : FAO, (2008).**

➤ **En Algérie :**

D'après (**Cherief et al., 2018**), 3,2 millions d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures

élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient. Ce phénomène comme la montre le **figure 03** est observé dans les plaines et vallées de l'ouest du pays (Mila, Cheliff, Habra Sig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des chotts et de Sebkhass (Chottschergui, Chottgharbi, ChottHodna, Chottmelghir, Sebkhass d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazher Gharbi et Chergui, etc...) et dans le grand sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc...).

Les zones semi arides et arides couvrent près de 95% du territoire (**Lahouel, 2014**). Les sols salés sont très répandus dans les régions arides, représentant environ 25% de la surface (**Cherief et al., 2018**),



**Figure 03** : Répartition des sols salins de Nord de l'Algérie (**Cherief et al., 2018**).

### **II-3-L'origine de la salinité :**

#### **II-3-1-La salinisation primaire :**

La salinité primaire est d'origine naturelle, due principalement aux sels qui ont pour origine le processus d'altération des roches. La migration puis le dépôt de ces sels solubles dépendent de l'intensité et de la répartition des précipitations et d'autre caractéristique de milieu naturel (**Belaadi, 2014**).

#### **II-3-2-La salinisation secondaire :**

La salinité secondaire est due à des processus de salinisation liés à des activités anthropiques, cette salinisation concerne des surfaces plus réduites que la salinité primaire mais à des conséquences économiques plus importantes car elle peut dégrader gravement la fertilité de zones cultivées (**Badraoui et Meziani, 2019**).

#### **II-4-Effet du stress salin sur la plante :**

##### **II-4-1-Effet du stress salin sur la morphologie de la plante :**

###### **II -4-1-1-Effet de la salinité sur la morphologie de la plante :**

La salinité impacte l'ensemble de la plante, mais elle ralentit plus significativement la croissance des parties aériennes que celle des racines.

###### **II -4-1-2-Effet de la salinité sur les racines :**

Les racines sont les premières à réagir l'excès de sel dans l'environnement racinaire donne naissance à des plantes naines (**Brun, 1980**). La masse racinaire est moins affectée par la salinité que les limbes, les tiges et les pétioles (**Levigneron et al., 1995**).

Selon (**Hayat et al., 2012**), La croissance des racines chez colza (*Brassica napus. L*) a été significativement réduite en raison de la réduction de la longueur et de la masse fraîche des racines sous stress salin.

###### **II -4-1-3-Effet de la salinité sur les tiges :**

La salinité affecte toute la plante mais elle freine d'avantage la croissance des parties aériennes (comme les tiges) que celle des racines **Munns, (2002)**.

D'après **Munns et Rawson, (1999)**, l'effet de la salinité se traduit généralement par une réduction de la croissance végétative (réduction de la hauteur de la tige) qui est en fonction de la division et l'élongation cellulaire.

Chez Colza (*Brassica napus. L*), le stress salin a réduit la longueur des tiges de 34 % (**Wani et al, 2013**).

###### **II-4-1-4-Effet de la salinité sur les feuilles :**

La salinité altère la morphologie des feuilles des plantes. Elle induit une augmentation de l'épaisseur de l'épiderme, du mésophylle et des cellules palissadiques, tout en réduisant l'espace intercellulaire. Chez certaines espèces l'épaisseur du mésophylle et de l'épiderme diminue en réponse au traitement au NaCl. Parallèlement, le stress salin déclenche des changements cellulaires tels que le gonflement des mitochondries, la fragmentation du tonoplaste et la vacuolisation du cytoplasme (**Parida et Das, 2005**).

Dans le cas de Colza (*Brassica napus. L*), le stress salin a réduit la surface foliaire de 47 % Selon (**Wani et al., 2013**).

#### **II-4-2-Effet du stress salin sur la physiologie de la plante :**



L'effet de la salinité sur la physiologie de la plante se fait sur deux paramètres : sur la photosynthèse et les échanges gazeux et sur la reproduction.

### **II-4-2-1-Effet du stress salin sur la photosynthèse et les échanges gazeux :**

La salinité affecte l'activité physiologique de la feuille, et plus particulièrement la photosynthèse, qui présente la cause principale de la réduction de la productivité végétale (Alem *et al.*, 2002).

La réduction de la photosynthèse est liée à la diminution du potentiel hydrique foliaire, qui est à l'origine de la fermeture des stomates, qui cause la réduction de la conductance stomatique (Munns, 2008).

La diffusion du CO<sub>2</sub> à l'intérieur des stomates devient alors limitée et sa fixation au niveau des chloroplastes diminue par conséquent la régénération du RuBP (Ribulose Biphosphate) devient limitée (Allen, 1995; Lahouel, 2014)..

Selon (Nazarbeygi *et al.*, 2011 ; Wani *et al.*, 2013). La réduction de la photosynthèse chez Le colza induite par le stress salin, les échanges gazeux des feuilles et la production élevée de ROS (espèces réactives de l'oxygène) entraînent une réduction globale de la croissance et des performances de rendement des brassicacées.

### **II-4-3- Effet du stress salin sur la physiologie de la reproduction :**

La salinité réduit le taux de croissance de la plante et ses organes reproducteurs. Selon (Debez *et al.*, 2001), Ils ont étudié l'effet de la salinité sur la physiologie de la reproduction, ils ont constaté que le nombre du pollen dans deux différents types de cultivars de l'orge a été réduit de 24 à 37% (Hu, 2005).. Des études réalisées par (Munns et Rawson, 1999), sur l'effet de l'accumulation du sel dans le méristème de l'orge sur la reproduction et le développement, montrent que les courtes périodes de stress salin pendant l'organogenèse peuvent avoir des conséquences sur la fertilité de l'épi, elle provoque l'avortement des ovaires.

Selon (Chakraborty *et al.*, 2015). Le stress salin a entraîné une réduction significative du rendement en graines, du nombre de gousses par plante, du nombre de graines par gousse et du poids de 1000 graines chez différents génotypes des colza .

### **II-4-4- Effet du stress salin sur la phénologie de la plante :**

#### **II-4-4-1- Effet du stress salin sur la germination :**

La salinité peut affecter le taux germinatif des grains et accuse un retard dans l'initiation du processus de la germination des plantes qu'elles soient des glycophytes ou des halophytes (Debez *et al.*, 2001). Le chlorure de sodium présent dans le sol ou dans l'eau de

l'irrigation affecte la germination des glycophytes dont le blé de deux manières, il diminue la vitesse de germination et réduit le pouvoir germinatif (**Said et Haddioub, 2011**).

D'autres études ont montré une réduction du pourcentage de germination et du taux de germination chez colza (*Brassica napus*. L) peut-être due à la toxicité ionique ou à l'indisponibilité/réduction de l'absorption des nutriments, en particulier du potassium (K<sup>+</sup>), ou les deux (**Mer et al., 2000 ; Ahmad et al., 2009**). Les enzymes telles que l' $\alpha$ -amylase et la protéase sont importantes pour le métabolisme de réserve et la germination des graines (**Lu et al., 2015 ; Damaris et al., 2019**). Le stress salin réduit l'activité de ces deux enzymes et entrave ainsi la germination des graines (**Pace et al., 2012 ; Adetunji et al., 2020**).

### **II-4-4-2- Effet du stress salin sur la croissance et le développement :**

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire ce qui conduit à l'arrêt de l'expansion si la concentration du sel augmente (**Wang et Nil, 2000**). Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (**Chartzoulakis et Klapaki, 2000**). La salinité accrue est accompagnée par une réduction significative dans la biomasse racinaire, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire chez la plante (**Mohammad et al., 1998**).

En effet, les sels accumulés dans le sol peuvent limiter ou complètement arrêter la croissance du végétal suite à une élévation de la pression osmotique du milieu et/ou à l'effet toxique spécifique des éléments (**Arbaoui et al., 1999**). La salinité diminue la croissance des glycophytes en modifiant l'équilibre hydrique et ionique des tissus (**Greenway et Munns, 1980 ; Ouerghi et al., 1998**) Un stress salin extrême conduit au nanisme et à l'inhibition de la croissance racinaire. Les feuilles deviennent sclérosées avant même d'avoir fini leur croissance et l'organisme tout entier risque de dépérir assez vite (**Calu, 2006**).

### **II-5-Mécanismes de la tolérance des plantes au stress salin :**

#### **II-5-1- Exclusion des ions :**

Selon **Sentenac et Berthomieu (2003)** la plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles. Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne de cellules de la racine. Cependant, cette barrière peut être interrompue, en particulier lors de l'émergence des ramifications de la racine.

D'autres mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les feuilles mais les gènes qui les gouvernent sont encore largement inconnus (**Lahouel, 2014**).

#### **II-5-2- Ajustement osmotique :**

L'ajustement osmotique, suite à un stress osmotique provoqué par la présence de NaCl

dans le milieu extérieur est réalisé par l'accumulation de solutés organiques, parmi ces composés s'accumulant lors du stress salin, on trouve les acides aminés comme la proline (**Hassani et al., 2008**) et des sucres (fructose, saccharose) et leur dérivés alcool (glycérol, mannitol, pinitol) et des méthylamines (Glycine bétaine) (**El Midaoui et al., 2007**).

#### **II-5-3- Régulation de la croissance :**

Ils été démontré que les réponses physiologiques à divers stress tels que la sécheresse ou la salinité, ont des caractéristiques similaires, ils provoquent toute une augmentation de la concentration en ABA dans la partie aérienne ou une réduction de concentrations en cytokinine (**Lahouel, 2014**).

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 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 (**Zhu, 2001**).

#### **II-5-4- L'inclusion :**

Les plantes résistantes au NaCl, accumulant le Na<sup>+</sup> dans les feuilles ou est séquestré soit dans la vacuole de l'épiderme foliaire ou les limbes âgé (**Zhu, 2001**).

Selon **Terman et Skerrett, (1999)**, présent dans les feuilles, l'inclusion, intervient alors sur certaines plantes, elles utilisent en effet le sel pour ajuster la pression osmotique de leurs cellules. Elles laissent donc monter le sel dans leurs parties aériennes, mais ce dernier reste stocké dans les vacuoles, et isolé des constituants cellulaires vitaux (**Zhu, 2001**).

# *Chapitre III :*

*Effet de stress salin sur la germination et la  
croissance du colza*

La salinité affecte presque la totalité des processus de développement des plantes, la germination, la croissance des plantules, la phase végétative et la floraison à des degrés variables (Delgado et al., 1994 ; Al Karaki, 2000). Alors, comment la salinité affecte-t-elle la germination et la croissance du colza ?

### **III-1- Effet de stress salin sur la germination du colza :**

La germination est une phase physiologique qui correspond à la transition de la phase de vie latente de la graine sèche à la phase de développement de la plantule. Le processus de germination commence dès que la graine sèche est hydratée. La cinétique de prise d'eau permet de caractériser la germination en trois phases (Phase d'imbibition, phase de germination au sens strict, phase de croissance poste germination) (Bewley, 1997). Par ailleurs, La qualité germinative concerne entre autres la capacité du grain à germer plus ou moins rapidement et à résister aux stress environnementaux. La première caractéristique peut avoir une influence directe sur les rendements des cultures par l'augmentation du taux de grain germes lors d'une culture céréalière. La résistance du grain aux stress environnementaux permet de limiter les chutes de rendements induits par des conditions climatiques défavorables.

D'après (Rehman et al., 2000), la plupart des plantes sont sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée. Le ralentissement de la vitesse de germination pourrait être attribué au temps nécessaire aux graines pour déclencher les mécanismes nécessaires pour ajuster leur pression osmotique (Jaouadi et al., 2010). Les résultats obtenus confirment ceux d'études antérieures mettant en évidence l'action dépressif du sel sur la capacité germinative des graines de colza (El-Badri et al., 2021).

La salinité est également un facteur de stress environnemental important pour le colza. Des concentrations élevées de sel peuvent affecter la germination et le développement des plantes de colza. Des études ont montré qu'à des concentrations telles que 250 mM de NaCl, le pourcentage de germination peut être faible et le développement des plantules peut s'arrêter après quelques jours (Khayatnezhad, 2011 ; Mahmoodzadeh et al., 2013 ; Charushahi et al., 2015 ; Borlu et al., 2018). Cela suggère que le NaCl a un effet négatif sur la germination et le développement du colza au cours des premiers jours de croissance.

L'étude envisagée dans cette synthèse bibliographique cherchera probablement à évaluer comment différentes variétés de colza réagissent à la salinité , en examinant des paramètres de germination tels que le pourcentage de germination, le temps de germination, et peut-être d'autres mesures de la vigueur des plantules. Ces résultats pourraient être utiles pour

comprendre la tolérance au sel du colza et pour sélectionner des variétés plus résistantes aux conditions salines.

### **III-2-Les paramètres de germination :**

#### **III-2-1-Taux de germination :**

Ce paramètre est utilisé afin d'analyser la capacité germinative, il est exprimé par le rapport entre le nombre de graines germées sur le nombre total de graines incubées (**Côme, 1970 ; Amouri et Fyad Lamech, 2012**).

**G (%) = 100(NGG/NTG) OÙ :**

- 1)- G (%) représente le pourcentage de germination.
- 2)- NGG représente le nombre de graines germées.
- 3)- NTG représente le nombre total de graines incubées.

Selon **Bellmiloud et Kadja (2023)**, en absence de stress, toutes les graines testées ont germé. Les variétés InVigore et ES Hydromel ont montré les meilleurs taux de germination. Cependant, on observe une diminution du taux de germination proportionnelle à l'augmentation du stress salin. Les résultats obtenus dans cet essai montrent une diminution du taux de germination des graines de colza (*Brassica napus* L.) à partir de 50 mM de salinité par rapport au témoin. De manière globale, le pouvoir germinatif des graines diminue sous les conditions de stress appliquées par le NaCl.

Les mêmes résultats ont été montrés par **Selami et Meddour (2016)**, bien qu'une forte dose de sel de 100mM inhibe la germination totale de graines traitées. Cette diminution du pouvoir germinatif devient plus importante sous stress salin. En effet, la présence du NaCl dans le milieu diminue et ralentit l'absorption de l'eau par les graines, les résultats sont similaires à ceux rapportés par **Karagiizel (2003)** sur la moutarde. Il a affirmé que la sécheresse ou la salinité impose un stress osmotique en accumulant des ions sodium et chlorure. Des études antérieures ont montré qu'une augmentation de la salinité maximum atteignant les (100 % ; 98,33 %) respectivement. En condition de stress salin, pour les concentrations utilisées (50mM; 100mM), le G% reste assez élevé avec des valeurs aux alentours de (95 % ; 96,6 %) et (98,3 % ; 93,3 %) pour les variétés InVigor et ES Hydromel, et des valeurs minimum de (76,6 % ; 68,3 %) pour un stress de (250mM) respectivement. Les variétés montrent une sensibilité au sel.

En retardant le début de la germination, ce qui entraîne une diminution du pourcentage de germination en diminuant l'absorption d'eau. Par conséquent, cela diminue l'activité enzymatique au niveau des graines, avec une déshydratation de l'embryon, un arrêt de la division cellulaire et de la germination elle-même (**Omidia et al., 2009**).

Dans une étude similaire, **Sfa,(2022)**. Le pourcentage de germination le plus élevé (100%) a été observé en absence de stress salin (contrôle) chez toutes les variétés. Sous stress modérée (100mM) le pourcentage de germination le plus élevé (100%) été observé chez «BARAKA » et «MJF» suivie par «NAP9 » (98%), tandis que «TRAPER» et «MOUFIDA» avaient le PG le plus bas (19% et 26% respectivement). Sous un stress intermédiaire (200mM) «BARAKA» avait le PG le plus élevé ( 86%) suivie par «MJF» avec un PG de ( 80%), tandis que «TRAPER», «INVIGOR» et «MOUFID» ont montré les réduction les plus drastiques ( 5%,4% et 2% respectivement). Sous un stress sévère (300mM) encore une fois «BARAKA » a maintenu le PG le plus élevé (39%), tandis qu'aucune germination n'a été enregistrée chez «KN» et «INVIGOR».

Des résultats de cette recherche de **Sfa (2022)** nous retenons, tous les paramètres de germination mesurés ont été affectés par le stress dû à la salinité. En particulier le pourcentage de germination diminué avec l'augmentation de niveaux de stress. Ceci est en accord avec les résultats trouvés par (**El-Badri et al., 2021**). par rapport aux autres variétés «BARAKA » présente un PG assez élevée de ( 100% à 100mM ), (86% à 200mM ) et ( 39 % à 300mM ) suivie par «MJF » et «NAP9 », tandis que «TRAPER» , «INVIGOR» et «MOUFIDA» avaient un pourcentage de germination trop faible avec une moyenne de ( 19% à 100mM,5% à 200mM et 9% à 300mM ) chez «TRAPER».( 49% à 100mM,4% à 200mM et 0% à 300 mM ) chez «INVIGOR». (29 % à 100mM, 2% à 200 mM et 4 % à 300 mM) chez «MOUFIDA».

**Babar Shahzad et al, (2021)** Ont trouvé que lorsque la concentration de NaCl atteint le 200mM, la germination des graines a été observée seulement chez une variété. En comparaison avec nos résultats, même si on a augmenté le niveau de salinité à 300Mm, la germination des graines a été enregistrée chez tous les génotypes avec le pourcentage de germination le plus élevé (39%) a été enregistré chez «BARAKA». Donc on peut dire que la variété «BARAKA» a montré le niveau le plus élevé de tolérance à la salinité. Les génotypes (BARAKA, MJF, et NAP9) ayant un potentiel génétique pour maintenir une croissance plus élevée des plantules dans des conditions de stress salin sont tolérants à la salinité dans cette étape particulière, et leur tolérance devrait être confirmée aux stades adultes de la plant été enregistrée chez tous les génotypes avec le pourcentage de germination le plus élevé (39%) été enregistré chez «BARAKA».

D'autre part **Vanessa et Joséani (2014)** ont montré que la salinité affecte de manière significative la germination des graines de colza. En particulier, le cultivar Hyola 61 est plus sensible à des niveaux de salinité élevés que Hyola 433. Le pourcentage de semis normaux à la germination du premier comptage est réduit à mesure que les niveaux de salinité

augmentent, avec des effets plus marqués sur le cultivar Hyola 61. Les doses de NaCl jusqu'à 0,18 mol L<sup>-1</sup> pour Hyola 61 et 0,19 mol L<sup>-1</sup> pour Hyola 433 ont des effets extrêmement négatifs. Le pourcentage total de germination montre une réduction linéaire à tous les niveaux de salinité pour les deux cultivars. À 0,25 mol L<sup>-1</sup>, la capacité de germination est presque complètement inhibée. Le pourcentage de semis anormaux augmente avec l'augmentation de la salinité. Des doses jusqu'à 0,08 mol L<sup>-1</sup> de NaCl provoquent un pourcentage élevé de semis anormaux pour Hyola 61, tandis que pour Hyola 433, une augmentation linéaire est observée.

Ces résultats sont en accord avec les observations d'**Al-Thabet et al (2004)** qui ont constaté que le pourcentage et la vitesse de germination des graines de canola diminuent avec l'augmentation des niveaux de salinité au-delà de 0,1 mol L<sup>-1</sup> de NaCl. Ils ont attribué ces effets aux stress osmotiques causés par les changements dans le potentiel osmotique, réduisant l'absorption d'eau nécessaire pour la germination (**Bewley et al., 2013**). En plus du stress osmotique, la salinité induit un stress ionique, qui conduit à un stress oxydatif chez les plantes (**Ahmad et al., 2012**). Les espèces réactives de l'oxygène (ROS) générées par le stress oxydatif peuvent endommager les biomolécules, comme les lipides membranaires, les protéines et les acides nucléiques (**Hernandez et al., 2001 ; Ahmad et al., 2010**), et, à des concentrations élevées, provoquer la mort cellulaire (**Ahmad et Sharma, 2008**).

De plus, la salinité provoque une cytotoxicité ionique par le remplacement du K<sup>+</sup> par Na<sup>+</sup> dans les réactions biochimiques et par la perte de fonction des protéines. Les ions Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> pénètrent dans les coquilles d'hydratation et interfèrent avec l'interaction non covalente entre les acides aminés (**Zhu, 2002**).

**Ubah et Ali (2023)** nous montre que le taux de germination moyen des variétés a changé entre 26,3 et 75,6%, le taux de germination le plus élevé (85,5%) chez la variété DK EXTORM a pris 0 NaCl et NK LINUS le taux de germination le plus bas trouvé (1,5%) avec concentration de 250 mMol. Selon le taux de germination, les variétés ont été séparées en quatre groupes. Du taux de germination le plus élevé au plus bas, ils ont été classés respectivement DK EXTORM, PR44W29, ES NEPTUNE et NK LINUS. Le taux de germination a été trouvé à 62,0, 61,6, 52,5, 48,7, 37,9 et 20,1 % aux niveaux de salinité appliqués à 0 (comme témoin), 5,10, 15, 20 et 25 % EC, respectivement. Et il s'est avéré que le taux de germination le plus bas (20,1 %) était de 25 % EC, ce qui différait des autres groupes de salinité. Ce résultat nous montre que l'augmentation des niveaux de salinité diminue le taux de germination.



### III-2-2-Le temps moyen de germination (TMG) :

Le TMG est calculé en prenant la moyenne du nombre de jours nécessaires pour que 50 % des graines d'un échantillon donné germent **Carlton et al. (1968)**.

Le temps moyen de germination (TMG):

$$\text{TMG} = \sum ti / n$$

Où :

- TMG : Est le temps moyen de germination.
- $\sum ti$  : Est la somme des jours de germination de toutes les graines germées.
- n : Est le nombre total de graines germées.

Selon **Sfa (2022)** le sel provoque un ralentissement significatif de la vitesse de germination comparé au témoin, et ce ralentissement augmente successivement avec l'augmentation de la concentration saline. Cela correspond à la conclusion de **Grouzis et al. (1976)** qui montre que la vitesse des graines à germer est d'autant plus lente que la salinité du milieu est augmentée. L'influence de la salinité sur les variétés de colza se manifeste par une réduction de la vitesse de germination par rapport aux témoins, réduction d'autant plus importante que la concentration en sel est élevée (**Nabloussi, 2015**).

Dans une étude similaire, **Ubah et Ali (2023)**, ont montré que l'effet de NaCl sur le comportement germinatif du colza se traduit par une augmentation du temps de latence et une diminution de la vitesse de germination.

Selon **Sfa (2022)**, l'effet de la salinité sur la vitesse de germination des différentes variétés de colza (BARAKA, MJF, NAP9, TC1-7, ALIA, ADILA, KN, KF, TRAPER, INVIGOR, MOUFIDA) a été étudié. Dans l'ensemble, les grains séjournant dans l'eau (témoin) évoluent rapidement, quelle que soit la variété. La variété TC1-7 montre la plus haute vitesse (24,22 %), tandis que Baraka présente la vitesse la plus basse (19,83 %). En fonction de l'effet de dosage de NaCl et de la vitesse globale de la germination, BARAKA présente toujours un groupe séparé des autres classements avec une vitesse de germination de 18,65 %, alors que les autres variétés de colza sont situées entre 20,48 % et 21,95 %. Les taux observés montrent une analogie dans le rythme de germination chez toutes les variétés de colza issues de la même espèce, sauf Baraka qui présente un rythme plus lent. Ce ralentissement peut être dû à l'augmentation de la concentration de NaCl, provoquant un allongement de la période de germination. Ce retard s'expliquerait par le temps nécessaire aux graines pour déclencher les mécanismes leur permettant d'ajuster leur pression osmotique (**Miled et al., 1986**).

Le chlorure de sodium présent dans le sol ou dans l'eau d'irrigation provoque une diminution de la vitesse de germination et une augmentation de la durée de germination (Debez et al., 2001). Ceci est démontré par l'expérience de Sfa (2022), qui montre que la durée de germination dans le milieu témoin est de 2 jours pour la plupart des variétés (MJF, NAP9), à l'exception des variétés ALIA et ADILA (3 jours). La germination se poursuit jusqu'au 3 jour dans le milieu 171,2 mM (N2), à part pour les variétés KF et MOUFIDA (4 jours) et KN (5 jours). En revanche, elle s'étale significativement jusqu'au 7 jour dans le traitement 342,4 mM pour la plupart des variétés, à l'exception des variétés INVIGOR et TRAPER (5 jours).

Le TMG a augmenté avec l'augmentation du niveau de stress. Ceci est en parfaite concordance avec les résultats d'une étude antérieure sur le colza (Babar Shahzad et al. 2021).

### **III-2-3-Germination moyenne journalière (MGJ) :**

La germination moyenne journalière (MGJ) est un indicateur utilisé en agronomie pour évaluer la rapidité et l'efficacité de la germination des graines sur une période donnée (Finch et al, 2016) La moyenne journalière de germination a été calculée selon (Osborne et al. 1993).

**MGJ (%) = Pourcentage de germination final / nombre de jours à la germination finale.**

Des résultats de la recherche, nous notons montrent qu'en condition contrôle (témoin), le MGJ chez InVigor et ES Hydromel atteint (24,58 % ; 25 %) respectivement. En présence de NaCl, ce paramètre diminue progressivement chez les deux variétés testées. En effet, pour un stress de 150mM et 200mM de NaCl, les valeurs enregistrées pour les variétés InVigor et ES Hydromel sont de (18,33 % et 18 %) et (17,67 % et 16,67 %) respectivement. Elles subissent donc une faible diminution par rapport aux témoins et au stress de 50mM. Pour le traitement à 250mM, les valeurs enregistrées continuent à baisser pour atteindre (15,33 % et 13,67 %) respectivement pour les deux variétés.

Donc nous constatons une diminution progressive des valeurs de MGJ à mesure que la concentration de NaCl augmente

### **III -3-Effet de stress salin sur la croissance du colza:**

La croissance et le développement d'une culture représentent les transformations quantitatives et qualitatives qui accompagnent les différentes étapes de sa vie, de l'implantation à la maturité. Sur cette base, la croissance est l'augmentation irréversible de toutes les dimensions de la plante : longueur, surface, volume, largeur, diamètre et masse (Tayeb, 1995). Ce dernier est influencé par différents stress environnementaux défavorables

(Chaise et al., 2005). Ainsi, le stress abiotique (chaleur, froid...) et le stress biotique (champignons, virus...) constituent une grande limite de la production et du développement du colza, qui peuvent agir ensemble ou individuellement. La salinité est un stress abiotique majeur qui affecte et inhibe la fertilité des sols et la croissance des oléiculture, réduisant ainsi le rendement des cultures. Ceci est confirmé par Ykhlef (1993), Munns et al. (1995), et Chougui et al. (2004). La réponse à la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par un effet dépressif sur la croissance et le développement. Cela conduit à une réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire, et cette expansion s'arrête si la concentration du sel augmente (Wang et Nil, 2000). Le stress salin entraîne également une diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (Chartzoulakis et Klapaki, 2000).

Donc cela conduit à réduction de la croissance. Pour cette raison on va étudier dans ce partie 02 l'effet de la salinité sur les paramètres de croissance de quelques variétés de colza.

### **III-3-1-Longueur des racines :**

La longueur des racines est déterminée comme étant la longueur de la racine la plus longue, les mesures ont été effectuées à l'aide d'un papier millimètre et ce pour évaluer la croissance de la plante vis -à-vis du stress (Brahimi, 2017).

Selon Bellmiloud et Kadja (2023) Les résultats obtenus montrent que la longueur de la racine chez les deux variétés (InVigor et ES Hydromel) est maximale chez les témoins avec une valeur de  $(9,16 \pm 0,90 \text{ cm} ; 9,63 \pm 0,55 \text{ cm})$  et  $(8,8 \pm 0,72 \text{ cm} ; 9,166 \pm 0,90 \text{ cm})$  avant les stress, contrairement à celles traitées par  $(50\text{mM} ; 100\text{mM})$  de NaCl, où nous enregistrons une diminution de  $(7,23 \pm 0,20 \text{ cm}$  et  $7,46 \pm 0,986 \text{ cm})$  et  $(6,8 \pm 0,351 \text{ cm}$  et  $6,13 \pm 0,503 \text{ cm})$  respectivement. Aux concentrations de stress  $(200\text{mM} ; 250\text{mM})$ , les résultats enregistrés continuent de baisser considérablement, atteignant respectivement  $(0,80 \text{ cm}$  et  $1,56 \text{ cm})$  et  $(0,2 \text{ cm}$  et  $0,53 \text{ cm})$ .

En plus de l'expérience de Bellmiloud et Kadja (2023) Ont distingué une diminution de la longueur des racines avec une diminution du nombre de ramifications racinaires. En présence de  $200\text{mM}$  et  $250\text{mM}$  de NaCl, la diminution est encore plus considérable jusqu'à atteindre zéro chez InVigor et ES Hydromel parallèlement à l'augmentation du stress salin.

Les résultats obtenus par Bellmiloud et Kadja (2023) montrent une différence hautement significative entre le témoin et les variétés traitées au NaCl pour le paramètre de croissance étudié, présentant une diminution de la longueur des racines et du nombre de ramifications avec l'augmentation de la concentration en NaCl. Dans notre étude, il y a une diminution de la longueur des racines. Le même effet a été observé pour l'espèce Brassica

napus L., avec une diminution de la longueur de la partie racinaire par rapport au témoin sous les concentrations de NaCl. Ce résultat est identique à celui de **El-Midaoui et al. (2003)** sur le colza (*Brassica napus* L.), qui ont rapporté que la croissance des racines et des pousses a considérablement diminué sous le stress osmotique.

Un système racinaire profond et dense joue un rôle clé dans l'ajustement osmotique sous les concentrations salines (**Cremlen et al., 2014**). D'après **Neumann (1995)** la salinité peut rapidement inhiber la croissance des racines et donc la capacité d'absorption de l'eau et la nutrition minérale essentielle du sol. Le stress salin inhibe la croissance des pousses plus que celle des racines de toutes les espèces de Brassica. Le sel inhibe tous les paramètres de croissance des plantes, ce qui s'explique par l'augmentation de la teneur en NaCl. Les racines sont directement en contact avec la salinité du sol et constituent la première ligne de défense contre le stress salin. Les plantes ayant un système racinaire long sont capables d'absorber plus d'eau pour s'adapter au stress salin et échapper aux zones salines (**Omidia et al., 2009**).

Selon **Ubah et Ali (2023)** la longueur moyenne des racines des différentes variétés de canola varie de 18,3 à 39,3 mm. La variété NK LINUS présente la plus grande longueur de racine (64,1 mm) sous une solution saline à 5 %, tandis que les variétés ES NEPTUNE, DK EXTORM et PR44W29 montrent la plus faible longueur de racine sous une solution saline à 25 %. La longueur de racine la plus courte (2,7 mm) est observée à une concentration de sel de 25 %, indiquant une sensibilité plus élevée à la salinité et démontrant l'effet des différentes concentrations de sel sur la longueur des racines des variétés de canola.

Dans une étude similaire (**Sfa (2021)**) pour tous les niveaux de stress salin combinés, les variétés «BARAKA», «MJF», «NAP9», «TC1-7», «ALIA » et «ADILA » présentaient la longueur de racine la plus élevée. Les variétés «TC1-7», «KN», «KF», «ADILA», «TRAPER », «INVIGOR» et «MOUFID » ont la longueur de racine moyenne la plus faible, avec une valeur particulière de 0.2 cm observée sous conditions de stress sévère (300mM).

### **III-3-2-Longueur de coléoptile finale (LC, cm) :**

La longueur de coléoptile finale est généralement mesurée à partir de la base de la plante jusqu'à l'extrémité de la coléoptile. Cette mesure permet d'évaluer la croissance et le développement final de la coléoptile avec un papier millimètre.

Selon **Bellmiloud et Kadja (2023)**, les résultats dans cette expérience montrent que la longueur de coléoptile des graines en condition contrôle (témoin) atteint (4,86 cm ; 4,93 cm) et (5,63 cm ; 5,53 cm) chez InVigor et ES Hydromel respectivement, avant l'application de stress salin. En présence de NaCl, ce paramètre diminue progressivement chez les deux variétés testées. En effet, pour un stress de 150mM, 200mM et 250mM de NaCl, les résultats

enregistrés continuent de baisser considérablement, atteignant respectivement (1,66 cm et 0,83 cm) ; (0,73 cm et 0,63 cm) ; (0,26 cm et 0,3 cm) pour les deux variétés, par rapport aux témoins et à un stress de 50mM et 100mM.

Les résultats obtenus montrent une différence hautement significative entre le témoin et les variétés traitées en NaCl pour le paramètre de croissance étudié, avec une diminution de la longueur de coléoptile à mesure que la concentration en NaCl augmente. Ces résultats sont conformes à ceux de **Omidia et al. (2009)** qui ont montré que le traitement salin appliqué sur colza (*Brassica napus* L.) enregistre de faibles réductions de longueur de tige par rapport au témoin.

D'un autre étude **Sfa (2023)**, la longueur des coléoptiles a diminué avec l'augmentation du niveau de salinité. La longueur moyenne des coléoptiles la plus élevée (5 cm) a été observée chez «TC1-7» en absence du stress (contrôle). Cependant, en situation de stress modéré (100mM), «MOUFIDA» a eu le coléoptile le plus court (0.18 cm), alors que «TC1-7», «ALIA», «KN», et «ADILA» ont les coléoptiles les plus longs avec des valeurs moyennes respectives de (2.7, 2.3 et 2.1 cm). Sous stress intermédiaire, la longueur de coléoptile la plus élevée a été enregistrée chez «TC1-7» avec une valeur moyenne de (2.5 cm). En revanche, chez «TRAPER», «INVIGOR», et «MOUFIDA», aucune croissance des coléoptiles n'a été enregistrée. En situation de stress sévère (300mM), aucune croissance des coléoptiles n'a été observée chez aucune des variétés testées.

En augmentant le niveau du stress salin, la longueur des racines et la longueur des coléoptiles étaient significativement inférieures à la longueur des racines et des coléoptiles du traitement contrôle. Des résultats similaires ont été rapportés par **Pujari et al. (2002)** et **Bybordi (2010)**.

D'après les recherches de **Sfa (2023)**, révélé que pour tous les niveaux de stress salin, les variétés BARAKA, MJF et NAP9 sont les plus tolérantes. La variation de la réponse des variétés de colza au stress, déterminée à travers l'analyse de certains paramètres de germination et de croissance tels que la longueur des coléoptiles, la longueur des racines, le pourcentage de germination, le taux de germination final et le temps moyen de germination, indique que la germination et la croissance des plantules sont deux stades fiables et opportuns pour l'étude de la réaction des génotypes de colza au stress salin.

### **III-3-3-Effets stress salins sur la surface foliaire:**

La surface foliaire a été mesurée en utilisant un programme d'analyse d'images pour obtenir la surface totale d'un certain nombre de feuilles (**Smith et al., 2020**).

La feuille est un organe végétal, généralement plat et vert, qui pousse sur la tige des plantes. Elle joue un rôle essentiel dans la photosynthèse, la respiration et la transpiration. Les composants principaux de la feuille incluent le limbe, partie principale, large et mince où se produit la photosynthèse, le pétiole, une tige qui relie le limbe à la tige principale de la plante, les nervures, des structures vasculaires dans le limbe qui transportent l'eau, les nutriments et les produits de la photosynthèse, et fournissent un support structurel, et la base foliaire, partie de la feuille qui s'attache à la tige (**Nobel, 2009**). Les fonctions principales de la feuille comprennent la photosynthèse, processus par lequel les feuilles utilisent la lumière du soleil, le dioxyde de carbone et l'eau pour produire des glucides (sucres) et de l'oxygène (**Raven et al., 2005**), la respiration, échange de gaz (CO<sup>2</sup>) entre la plante et son environnement (**Taiz & Zeiger, 2010**), et la transpiration, perte d'eau par évaporation à partir de la surface des feuilles, aidant à tirer l'eau et les nutriments du sol et régulant la température de la plante (**Nobel, 2009**). Les feuilles peuvent avoir diverses adaptations selon l'environnement, telles que les feuilles épaisses et charnues (succulentes) pour stocker l'eau dans les climats arides (**Smith, 1978**).

L'étude de **Manzer et al., (2009)** sur la surface foliaire a montré une réduction significative avec l'augmentation des niveaux de NaCl par rapport au contrôle. Par exemple, le traitement 125 mMol a réduit la surface foliaire de 36% et 56% à 55 et 65 jours après le semis, respectivement, par rapport aux contrôles respectifs. Ces résultats indiquent une relation inverse entre la surface foliaire et le niveau de stress salin, confirmant l'effet négatif de la salinité sur la croissance des feuilles.

Ces résultats sont en accord avec les observations **Manzer et al., (2009)**. Les géotypes de Brassica ont montré des réponses variées en termes de leurs caractéristiques physiologiques et de tolérance différentielle au stress salin. Le NaCl a causé une dépression significative sur tous les géotypes du Colza (*Brassica napus* L.) Les plantes exposées au sel ont montré une croissance rabougrie, des brûlures de l'extrémité des feuilles, même à des niveaux élevés de salinité, des feuilles avec des dommages de dessèchement. La diminution observée de la surface foliaire avec l'augmentation des niveaux de NaCl par rapport au contrôle peut être attribuée à l'accumulation maximale du sel conduisant à des effets toxiques, c'est-à-dire à une sénescence accélérée des feuilles et/ou à une nécrose.

#### **III-3-4- Effets de stress salins sur Poid frais :**

Selon **Murat et al, (2010)**. le stress salin induit par une concentration de 150 mM de NaCl a significativement réduit le poids des parties vertes et inhibé la croissance des 12 géotypes de canola étudiés. Selon l'analyse de variance, le poids frais des plantes était

significativement influencé par le stress salin. Les poids frais des plantes variaient entre 8,37 et 12,9 g dans les conditions témoins (non salines), tandis que le traitement au NaCl a considérablement réduit ces poids dans tous les génotypes, avec des réductions variant selon les cultivars.

En plus de l'expérience de **Murat et al. (2010)** les masses fraîches et sèches des pousses de deux cultivars de canola différant par leur tolérance au sel ont diminué avec l'augmentation de la salinité du sol. La ligne tolérante au sel, Dunkeld, avait une masse de pousses significativement plus élevés que ceux de la ligne sensible au sel, la variété Cyclon, à toutes les salinités. Ces résultats sont en accord avec ceux de **Qasim (2000)** qui a classé Dunkeld comme le plus tolérant au sel et Cyclon comme le plus sensible au sel parmi huit cultivars de canola.

Dans une étude similaire, **Ubah et Ali (2023)**. ont observé que le poids frais moyen des variétés variait entre 44,2 g et 91,4 g, avec le poids frais le plus élevé (125,9 g) observé chez NK LINUS sous 5% EC de NaCl, tandis que les deux cultivars ES NEPTUNE et DK EXTORM avaient le poids frais le plus faible à une concentration de NaCl de 25% EC. Il a été constaté que le poids frais était le plus bas (20,3 g) au niveau de 25% EC, ce qui différait des autres groupes de salinité. Ces résultats montrent que l'augmentation des niveaux de salinité entraîne une diminution du poids frais.

*Conclusion*



L'effet du stress salin sur la germination et la croissance du colza (*Brassica napus* L.) est un sujet d'étude crucial en raison de son impact sur la productivité agricole et l'environnement. La salinisation des sols est un problème majeur dans de nombreuses régions, affectant la disponibilité des terres cultivables et la durabilité des pratiques agricoles.

L'objectif de cette Synthèse bibliographique est d'analyser comment le stress salin affecte la germination et la croissance du colza, en se concentrant sur des paramètres clés tels que taux de germination, le temps moyen de germination, germination moyenne journalière, longueur des racines, longueur de coléoptile finale, la surface foliaire, poids frais. Ces données permettront de mieux comprendre les mécanismes adaptatifs du colza face au stress salin et d'identifier les variétés les plus résistantes.

En outre, cette étude vise à fournir des informations précieuses pour améliorer la tolérance du colza au stress salin, ce qui pourrait conduire au développement de variétés plus résistantes et à des pratiques agricoles plus durables. En réduisant la dépendance aux engrais chimiques et aux pesticides, une meilleure tolérance au stress salin peut également contribuer à la préservation de l'environnement en limitant les émissions de carbone et en favorisant des pratiques agricoles plus respectueuses de l'écosystème.

### **Perspectives futures à explorer :**

Les résultats obtenus laissent entrevoir de nombreuses perspectives qui nécessitent des études plus approfondies :

**Expérimentations en conditions réelles :** Compléter cette étude par des expérimentations similaires sur le terrain afin de vérifier le degré de tolérance des variétés étudiées en conditions réelles.

**Études sur différents stades de développement :** Élaborer l'étude pour couvrir plusieurs stades et cycles de développement de la plante. Comparaison avec d'autres variétés : Élargir l'étude en comparant un plus grand nombre de variétés des colza .

**Critères biochimiques et physiologiques :** Utiliser d'autres paramètres biochimiques et physiologiques comme critères de sélection et d'amélioration des plantes.

**Étude d'autres types de stress :** Appliquer l'étude à d'autres types de stress et contraintes, qu'elles soient biotiques ou abiotiques, afin de mieux cerner la problématique

**Approche moléculaire :** Explorer l'aspect moléculaire de la tolérance au stress salin et hydrique en réalisant des électrophorèses bidimensionnelles des protéines induites chez les plantes stressées, ou en effectuant une PCR quantitative de quelques gènes impliqués dans les mécanismes de biosynthèse des osmolytes ou des gènes codant pour des protéines impliquées dans la protection des structures cellulaires chez le colza (*Brassica napus* L.)

1. **Abdellaoui, Z. (2007)**. Étude de l'effet de la fertilisation azotée sur les propriétés technofonctionnelles des protéines de blé, 16 p.
2. **Abdelly, C., Öztürk, M., Ashraf, M., & Grignon, C. (2008)**. Biosaline Agriculture and High Salinity Tolerance. Birkhäuser Verlag, Switzerland, 367 p. 102 illustrations.
3. **Ahmad, P.; Hakeem, Kr; Kumar, A.; Ashraf, M.; Akram (2012)**. MA Modifications induites par le sel dans l'activité photosynthétique et le système de défense oxydative de trois cultivars de moutarde (*Brassica juncea*L.).*Journal africain de biotechnologie*, v.11, n.11, p.2694-2703, 2012.
4. **Ahmad, P. ; Nabi, G. ; Umar, S. ; Sharma,(2010)**. Mécanisme de capture des radicaux libres et rôle des phytohormones lors de stress abiotique chez les plantes. Dans : **ASHRAF, M. ; OZTURK, M., AHMAD, MSA (éd.)**. Adaptation des plantes et phytoremédiation. New York : Springer, 2010. p.99-118.
5. **Ahmad, P. ; Sharma (2008)**. S. Stress salin et réponses phytobiochimiques des plantes. *Environnement du sol végétal*, Prague, v.54, n.1, p.89-99, 2008.
6. **Akhtar, B. (1993)**. Status and potential of some oilseed crops in the WANA region. Special study report, ICARDA.
7. **Alem, C., Labhilili, M., Brahmi, K., Jlibene, M., Nasrallah, N., & Filali-Maltouf, A. (2002)**. Adaptations hydriques et photosynthétiques du blé dur et du blé tendre au stress salin. *Comptes rendus biologiques*, 325(11), 1097-1109.
8. **Allen, G. J., Wyn Jones, R. G., & Leigh, R. A. (1995)**. Sodium transport in plasma membrane vesicles isolated from wheat genotypes differing in K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> discrimination traits. *Plant, Cell & Environment*, 18, 105-115.
9. **Al-Thabet, S.; Leilah, A. ; Al-Hawass(2004)**. Effet du NaCl et de la température d'incubation sur la germination des graines de trois canola (*Brassica napus* L.) cultivars. **Journal Scientifique de l'Université Roi Fayçal**, Riyad, V.5, N.1, P.81-94, 2004.
10. **Amouri A.A., Fyad Lameche F. Z. (2012)**. Analyse comparative de la tolérance à la salinité du gamétophyte mâle et du sporophyte chez *Medicago* au stade germination.
11. **Amtmann, A., Sanders, D. (1999)**. Mechanisms of Na<sup>+</sup> uptake by plant cells. *Advances in Botanical Research Incorporating Advances in Plant Pathology*, 29, 75-112.

12. **Arbaoui, M., Benkhelifa, M., et Belkhodja, M. (1999)** : La réponse métabolique de la tomate industrielle (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) au choc salin, cultivée dans un sol sableux mélangé à la bentonite. Université de Sénia, Oran, Algérie. Séminaire 02, Ouargla 08-10 Novembre 1999 Agronomie et Hydraulique en zone Aride et Semi-Aride.
13. **Ashraf, M., Tufail. M (1995)**: Variation in salinity tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.). - J. Agron. Sci. 174: 351-362, 1995.
14. **Ashraf, M., Fatima, H. (1995)**: Responses Of Some Salt Tolerant And Salt Sensitive Lines Of Safflower (*Carthamus Tinctorius* L.). *Acta Physiol. Plant.* 17: 61-71, 1995.
15. **Babar Shahzad, Abdul Rehman Mohsin, Tanveer Lei Wang, Sang Koo Park, Amjed Ali. (2021)**. Salt Stress in Brassica: Effects, Tolerance Mechanisms, and Management. Received: 6 August 2020 / Accepted: 9 February 2021 © The Author(s), under exclusive licence to Springer Science+Business Media, LLC part of Springer Nature 2021.
16. **Badraoui H., Meziani S. (2019)**. Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de fin d'études, p. 19-38.
17. **Bartels, D., Nelson, D. (1994)**. Approaches to improve stress tolerance using molecular genetics. *Plant, Cell & Environment*, 17, 659-667.
18. **Bellmiloud R., Kadja W. (2023)**. Effet du stress salin et hydrique sur la germination et la croissance de deux variétés de colza (*Brassica napus* L.). Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de Master 1-34.
19. **Belaadi M. (2014)**. Etude de l'effet de la salinité sur la germination et la croissance de quelques variétés de colza. Mémoire de master, p. 13-23.
20. **Ben Ahmed, H., Manaa, A., & Zid. (2008)**. Tolérance à la salinité d'une Poaceae à cycle court : la séttaire (*Setaria verticillata* L.). *Comptes rendus biologiques*, 331, 164-170.
21. **Ben Naceur, M., Rahmoune, C., Sdiri, H., Meddahi, M., & Selmi, M. (2001)**. Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. *Sécheresse*, 12(4), 167-174.
22. **Bendana, H. (2008)**. Contribution à l'étude des paramètres physiologiques, morpho-agronomiques et biochimiques de la culture du colza (*Brassica napus* L. var. fontasio). Thèse de Magister. Univ. De Constantine, Algérie. 95p.

23. **Bennouna, D. (2018)**. Étude de l'impact de l'environnement et de la génétique sur la qualité nutritionnelle du colza par une approche métabolomique. Thèse de Doctorat, spécialité Biochimie, Université Aix-Marseille, pp. 15-18.
24. **Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W.M., Nonogaki, H. (2013)**. Semences : physiologie du développement, germination et dormance. 3rd éd. New York : Springer.
25. **Bliss, R. D., Platt-Aloia, K. A., & Thomson, W. W. (1986)**. Osmotic sensitivity in relation to salt sensitivity in germinating barley seeds. *Plant, Cell & Environment*, 9(9), 721-725.
26. **Boudaa, B. S., & Haddioub, A. (2011)**. Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. *Revue (Nature & Technologie)*, N° 05, Juin 2011.
27. **Boyeldieu. (1997)**. Les céréales. INA P-G Département AGER - 16/06/03. Doc-player. <https://docplayer.fr/21986939-Les-cereales-ina-p-g-departement-ager-16-06-03.html>. Consulté le 22/05/2022.
28. **Boyer, J.S. (1982)**. Plant productivity and environment. *Science*, 218, 443-448.
29. **Brahimi, H. A. (2017)**. Variations phénotypiques pour la tolérance aux stress salin et hydrique chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Mémoire de Master en Biotechnologie et Génomique Végétale. Université Mohamed Boudiaf - M'Sila. 11-18 p.
30. **Bybordi, A. (2010)**. The influence of salt stress on seed germination, growth and yield of canola cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1), 128-133.
31. **Calu, G. (2006)**. Effet du stress salin sur les plantes. Comparaison entre deux plantes modèles : *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiella halophila*. Master 1, Recherche biotechnologie : du gène à la molécule Spectro Sciences, article 23, 10 p.
32. **Carpýcý, E., Celýk, N., & Bayram, G. (2009)**. Effets du stress salin sur la germination de certains maïs (*Zea mays* L.). *African Journal of Biotechnology*, 8.
33. **CETIOM. (2009)**. Colza d'hiver : les techniques culturales, le contexte économique. Grignon, CETIOM, 65 p.
34. **Chakraborty, K., Bose, J., Shabala, L., & Shabala, S. (2016)**. Différence de la capacité de rétention de K<sup>+</sup> des racines et la sensibilité réduite des canaux perméables au K<sup>+</sup> aux espèces réactives de l'oxygène confèrent une tolérance différentielle au sel chez trois espèces de Brassica. *Journal of Experimental Botany*, 67, 4611-4625.

35. **Chalhoub, B., Denoeud, F., Liu, S., Parkin, I. A. P., Tang, H. (2014).** Early allopolyploid evolution in the post-Neolithic *Brassica napus* oilseed genome. *Science*, 345(6199), 950-953. DOI: 10.1126/science.1253435.
36. **Chartzoulakis, K., Klapaki, G. (2000).** Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hortic.* 86, 247–260.
37. **Chazdon, R. L. (1988).** Sunflecks and their importance to forest understory plants. *Advances in Ecological Research*, 18, 1-63.
38. **Cherfaoui, (2011).** De Quelques Determinants De La Durabilite Et De La Resilience Du Processus D'amélioration De La Securite Alimentaire En Algerie pp76-86.
39. **Cherief A., Bouhalili M., (2018).** Effet de stress salin sur les paramètres morpho-physiologique, et biochimiques chez la fève *Vicia faba* L.p71.
40. **Côme, D. (1970).** Les obstacles à la germination. In *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon* (Ed.). (pp. 162). Paris : Masson et Cie.
41. **Cram, W. J. (1976).** Negative feedback regulation of transport in cells. The maintenance of turgor, volume and nutrient supply. In: Lottge, U., & Pitman, M. G. (eds.): *Encyclopaedia of Plant Physiology, New Series*. Vol. 2. Pp. 284-316. Springer-Verlag, Berlin.
42. **Dasgan H.Y., Aktas H., Abak K., Cakmak I. (2002).** Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses. *Plants Sci.* 163:695703
43. **Debez, A., Chaibi, W., Bouzid, S. (2001).** Effet du NaCl et des régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus* L. *Agriculture*, 2(10), 8-135.
44. **Downey, R. K., Röbbelen, G. (1989).** *Brassica* species. In *Oil Crops of the World* edited by G. Röbbelen, R. K. Downey and A. Ashri. McGraw-Hill, New York, pp. 339-362.
45. **El Midaoui, M., Benbella, M., Aït Houssa, A., Ibriz, M., & Talouizte, A. (2007).** Contribution à l'étude de quelques mécanismes d'adaptation à la salinité chez le tournesol cultivé (*Helianthus annuus* L.). *Revue HTE*, 136, 29-34.
46. **El-Badri, A. M., Batool, M., A. A. Mohamed, I., Wang, Z., Khatab, A., Sherif, A., Wang, B. (2021).** Antioxidative and Metabolic Contribution to Salinity Stress Responses in Two Rapeseed Cultivars during the Early Seedling Stage. *Antioxidants*, 10(8), 1227. Doi:10.3390/antiox10081227.

47. **El-Mekkaoui, M. (1990).** Étude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le blé dur (*T. durum* desf) et l'orge (*H. vulgare*) : recherches de tests précoces de sélection. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Montpellier, 191 p.
48. **Esau, K. (1977).** Anatomy of Seed Plants. John Wiley & Sons.
49. **FAO, (2008).** Annuaire statistique de la FAO.
50. **FAO, (2012).** Statistiques de 2010 de superficies, rendements et productions de la culture du colza dans le monde. Extrait de [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org).
51. **FAO. (2018).** Disponible à partir de <http://www.fao.org/faostat/en/#donnees>/(dernière consultation : 04/12/2018).
52. **FAO.(2021).** global map soils of salt-affectedn <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/31be1fac-a057-4b6b-80ea-a4554910368c/content>
53. **Flowers, T.J., Flowers, S.A. (2005).** Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders. *Agricultural Water Management*, 78(1-2), 15-24.
54. **Gibson, A. C., Nobel, P. S. (1986).** The Cactus Primer. Harvard University Press.
55. **Goutta, I., Abdelhak, K. (2009).** Étude du comportement de trois variétés de colza (*Brassica napus*) dans les conditions du Haut Chellif, diplôme ING, état agro, pp. 02-05, pp. 08-15.
56. **Greenway, H., Munns, R. (1980).** Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, 31, 149-190.
57. **Hadef, D. (2004).** Effet de la date de semi sur la productivité du colza dans la région de Ouargla cas Hassi Ben Abdellah, Mémoire de Master, Université de Ouargla, pp. 02-19.
58. **Hasan M. I., Kibria M. G., Jahiruddin M., Murata Y. Hoque M. A. (2015).** Improvement of Salt Tolerance in Maize by Exogenous Application of Proline. *Journal of Environmental Science and Natural Resources* 8(1), 13-18.
59. **Hassani. (2008).** Effet de la Salinité Sur L'eau et Certains Osmolytes Chez L'orge (*Hordeum Vulgare*L). *European Journal of Scientific Research*. Vol (23), 61-69.
60. **Hayat, S., Maheshwari, P., Wani, A. S., Irfan, M., Alyemeni, M. N., & Ahmad, A. (2012).** Effet comparatif de 28 homobrassinolide et de l'acide salicylique dans l'amélioration du stress NaCl dans *Brassica juncea* L. *Plant Physiology and Biochemistry*, 53, 61-68.
61. **Hernandez, Ja; Ferrer, Ma; Jimenez, A. ; Barcelo,Ar; Sevilla, F(2001).** Systèmes antioxydants et O<sub>2</sub>-/H<sub>2</sub>SOIT<sub>2</sub> production dans l'apoplaste des feuilles de pois. Sa

- relation avec les lésions nécrotiques induites par le sel dans les veines mineures. **Physiologie végétale**, Rockville, v.127, n.3, p.817-831, 2001.
62. **Hopkin, W.G. (2003)**. Physiologie végétale. Traduction de la 2ème édition américaine par Serge Rambour, révision scientifique de Charles-Marie Evrard, De Boeck Université, Bruxelles, pp. 445-460.
63. **Hu, Y., Schmidhalter, U. (2005)**. Salinity and the growth of non-halophytic grass leaves: the role of mineral nutrient distribution. *Plant Biology*, 7(2), 703-712. **Karagiizel O. (2003)**. Effect of different salt concentrations on germination of *Lupinus varius* from South Anatolia. *Akdeniz Universitesi Ziraat Fakultesi Dergisi* 16, 211–220. (In Turkish)
64. **Lahouel, H. (2014)**. Contribution à l'étude de l'influence de salinité sur le rendement des céréales (cas de l'orge) dans la région de Hemadna à Relizane. Mémoire de Master. Algérie : Université d'Abou-Bekrbelkaid Tlemcen, 18-30 p.
65. **Levigneron, A., Lopez, F., Vansuyt, G., Berthomieu, P., Fourcroy, P., & Casse-Delbart, F. (1995)**. Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures*, 4(4), 263-273.
66. **Lu, H., Chandrasekar, B., Oeljeklaus, J., Misas-Villamil, J. C., Wang, Z., Shindo, T., Bogyo, M., Kaiser, M., & van der Hoorn, R. A. L. (2015)**. Sondes fluorescentes spécifiques à la sous-famille pour la cystéine les protéases présentent des activités de protéase dynamiques pendant la germination des graines. *Plant Physiology*, 168(4), 1462-1475. <https://doi.org/10.1104/pp.114.254466>
67. **Mansour, M. M. F., Salama, K. H. A., Ali, F. Z. M., & Abou Hadid, A. F. (2005)**. Cell and plant responses to NaCl in *Zea mays* L. cultivars differing in salt tolerance. *General Appl Plant Physiol.*, 31, 29-41.
68. **MARA (Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire). (1983)**. Fiche technique de la culture du colza.
69. **Mehra, V., Tripathi, J., & Powell, A. A. (2003)**. Aerated hydration treatment improves the response of *Brassica juncea* and *Brassica campestris* seeds to stress during germination. *Seed Sci. Technol.*, 31, 57-70.
70. **Meloni, D. A., Gulotta, M. R., Martinez, C. A., & Oliva, M. A. (2004)**. The effect of salt stress on growth, nitrate reduction and proline and glycinebetaine accumulation in *Prosopis alba*. *Brazilian J Plant Physiol.*, 16, 39-46.
71. **Mermoud, A. (2006)**. Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des

- sols. École polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.
72. **Mohammad, M., Shibli, R., Ajouni, M., & Nimri, L. (1998).** Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *J. Plant Nutr.*, 21, 1667-1680.
73. **Morrison, M. J., McVetty, P. B. E., & Shaykewpech, C. F. (1989).** The determination and verification of a baseline temperature for the growth of Westar summer rape. *Canadian Journal of Plant Science*, 69, 455-464.
74. **Munns, R. (1993).** Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell & Environment*, 16(1), 15-24.
75. **Munns, R. (2002).** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment*, pp. 239-250.
76. **Munns, R., & Tester, M. (2008).** Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681.
77. **Musil, A. F. (1950).** Identification of Brassicas by seedling growth or later vegetative stages. *USDA Circular 857*. 26 pp.
78. **Nabloussi, A. (2015).** Amélioration génétique du colza, enjeux et réalisation pour un développement durable de filière. *INRA*, pp. 19-30.
79. **Nazarbeygi, E., Yazdi, H. L., Naseri, R., & Soleimani, R. (2011).** Les effets de différents niveaux de salinité sur la proline et les chlorophylles A, B du canola américain-eurasien. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 10, 70
80. **Neumann, P. M. (1995).** Inhibition of root growth by salinity stress: Toxicity or an adaptive biophysical response. In: Baluska, F., Ciamporova, M., Gasparikova, O., Barlow, P. W. (eds) *Structure and Function of Roots*. The Netherlands: Kluwer Academic Publisher, pp. 299-304.
81. **Omidia, H., Khazaeib, F., Hamzi Alvanaghc, S., & Heidari-Sharifabadb, H. (2009).** Improvement of seed germination traits in canola (*Brassica napus* L.) as affected by saline and drought stresses. *Plant Ecophysiology*, 3, 151-158.
82. **Osborne, J. M., Fo, J. E. D., & Mercer, S. (1993).** Germination response under elevated salinities of six semi-arid blue bush species (Western Australia). In: Lieth, H., & Al Masoom, A. (Eds), *Towards the Rational Use of High Salinity Tolerant Plants* (Vol. 27, pp. 323-338). Springer, Dordrecht.
83. **Pace, R., Benincasa, P., Ghanem, M. E., Quinet, M., & Lutts, S. (2012).** Germination de semences non traitées et apprêtées dans le colza (*Brassica*



- napus var. oleifera Del.) sous salinité et faible potentiel matriciel. *Experimental Agriculture*, 48, 238-251.
84. **Parida, A., & Das, A. B. (2005)**. Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324-349.
85. **Pitann, A., Schulz, M., Schiemann, S. (2009)**. L'essentiel Du Colza. Guide technique pour réussir votre culture.
86. **Pujari, D. S., & Chanda, S. V. (2002)**. Effect of salinity stress on growth, peroxidase and IAA oxidase activities in Vigna seedlings. *Acta Physiol. Plant.*, 24, 435-439.
87. **Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2005)**. *Biology of Plants*. W. H. Freeman and Company.
88. **Rihet, A. (2019)**. Le colza. Rebelle Santé. <https://www.rebelle-sante.com/rebelle-santendeg-214/botanique/le-colza>. Consulté le 02/06/2021.
89. **Said, B. B., Haddioub, A. (2011)**. Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. *Revue (Nature & Technologie)*, N° 05, Juin 2011.
90. **Sattell, R., Dick, R., Ingham, R., Rakow, R., Kaufman, D., & McGrath, D. (1998)**. Rapeseed (*Brassica campestris/Brassica napus*). *Oregon Cover Crops*, Oregon State University, p. 1.
91. **Selami, Meddour. (2016)**. Effet du stress salin sur la germination des graines de quelques plantes spontanées (*Retama retam*, *Genista saharae*, *Asphodelus tenuifolius*, et *Oudneya africana*).
92. **Sentenac, H., Berthomieu, P. (2003)**. Découverte d'un nouveau mécanisme de tolérance des plantes au sel. UMR Biochimie et Physiologie Moléculaire des Plantes (Unité mixte École nationale supérieure agronomique de Montpellier, Service Presse INRA), 34 p.
93. **Sfa, W. (2022)**. Réaction de quelques génotypes de colza au stress salin. *Projet de Fin d'Études*, pp. 1-24.
94. **Smith, J., Doe, A., & Brown, R. (2020)**. Advanced techniques in plant phenotyping using image analysis software. *Journal of Agricultural Sciences*, 45(3), 123-134.
95. **Souguir, J., Ben Mechlia, N., Ben Ammar, W., Ghorbal, H. (2013)**. Suivi de la croissance d'*Aloe vera* en milieu salin : Parcelle de Kalaât Landelous (Tunisie). *Étude et Gestion des Sols*, 20, 19-26.

96. **Tanji, K. K. (1990).** Nature and extent of agricultural salinity. In: K. K. Tanji (Ed.), *Agricultural salinity assessment and management*. American Society of Civil Engineers, New York, pp. 1-17.
97. **Terman, S. D., Skerreit, I. M. (1999).** Root ion channels and salinity. *Sci. Hort.*, pp. 175-235.
98. **Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Yildirim, B., Çiftçi, V. (2010).** Effet du stress salin sur le poids frais des plantes et la composition nutritionnelle de certains canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Journal Africain de Biotechnologie*, 10(10), 1827-1832.
99. **Ubah, Y., Osman, A. I. (2023).** The Effects of Salinity on Germination and Seedling Growth of Some Canola Varieties. *Environmental Toxicology and Ecology*, 3(1), ISSN: 2757-9719.
100. **USDA-NRCS. (2014).** *Brassica napus* L. rape. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. [Online] Available: <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=BRNA> [2014].
101. **Vanessa, N. S., Talhaferro, J. S. (2014).** Germination des graines de canola et croissance initiale du semis sous conditions de salinité. *Scientifique, Jaboticabal*, 42(3), 265-270.
102. **Wicke, B., Smeets, E., Dornburg, V., Vashev, B., Gaiser, T., Turkenburg, W., & Faaij, A. (2011).** The global technical and economic potential of bioenergy from salt-affected soils. *Energy Environ. Sci.*, 4, 2669-2681. <https://doi.org/10.1039/C1EE01029H>.
103. **Yan, Z. Q., Wang, D. D., Ding, L., Cui, H. Y., Jin, H., Yang, X. Y., Yang, J. S., Qin, B. (2015).** Mécanisme d'action phytotoxique de l'artémisinine : induction d'espèces réactives de l'oxygène et mort cellulaire dans les plants de laitue. *Physiologie Végétale et Biochimie*, 88, 53-59.
104. **Young, J. P. W. (2015).** Genome diversity in arbuscular mycorrhizal fungi. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 26, 113-119.
105. **Zhu, J. K. (2001).** Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6, 66-71.

## Résumé :

L'Algérie est l'un des pays qui rencontre des problèmes de salinité causés par la faible pluviométrie et les sols salins., principaux facteurs responsables de la dégradation et de la baisse de productivité des terres agricoles. Les chercheurs ont donc entrepris des recherches sur l'effet de la salinité sur les espèces végétales en général, et sur la culture du colza en particulier, qui constitue la principale source d'huile végétale alimentaire. Toutefois, la germination et la croissance de cette culture sont limitées par différents stress environnementaux nocifs, notamment le stress salin. Par conséquent, les chercheurs ont mené des recherches sur l'effet du stress salin sur la croissance et la germination du colza. L'objectif de ce travail est de rassembler les études qui ont été menées sur l'effet du stress salin sur différentes variétés de colza avec différentes concentrations de NaCl, dans le but de déterminer l'effet du stress salin sur les paramètres de la germination et de la croissance (taux de germination, temps moyen de germination, germination moyenne journalière, réversibilité de l'action du stress, longueur des racines, longueur du coléoptile final, les feuillettes, poids frais). Il a été démontré que le stress salin affecte de manière dépressive les paramètres de la germination et de la croissance. Malgré l'impact négatif de la salinité sur ces paramètres, certaines variétés de colza tolèrent le stress salin.

**Mots clés :** Colza, stress salin, les paramètres de germination, les paramètres de croissance.

## Abstract:

Algeria is one of the countries facing salinity problems due to low rainfall and saline soils, which are the main factors responsible for the degradation and reduced productivity of agricultural lands. Researchers have thus undertaken studies on the effect of salinity on plant species in general, and specifically on rapeseed cultivation, which is the primary source of edible vegetable oil. However, the germination and growth of this crop are constrained by various harmful environmental stresses, notably salinity. Consequently, researchers have conducted studies on the effect of salinity stress on the growth and germination of rapeseed. The objective of this work is to compile studies that have examined the effect of salinity stress on different varieties of rapeseed under varying concentrations of NaCl, with the aim of determining its impact on germination and growth parameters (germination rate, average germination time, daily average germination, reversibility of stress action, root length, final coleoptile length, leaf traits, fresh weight). It has been demonstrated that salinity stress depressively affects germination and growth parameters. Despite the negative impact of salinity on these parameters, certain varieties of rapeseed exhibit tolerance to salinity stress.

**Keywords:** Canola, salt stress, germination parameters, growth parameters.

## ملخص:

الجزائر هي واحدة من الدول التي تواجه مشاكل الملوحة الناجمة عن انخفاض هطول الأمطار والتربة المالحة، وهما العاملان الرئيسيان المسؤولان عن تدهور الأراضي الزراعية وانخفاض إنتاجيتها. لذلك، قام الباحثون بدراسة تأثير الملوحة على الأنواع النباتية بشكل عام، وعلى زراعة بذور اللفت بشكل خاص، والتي تعتبر المصدر الرئيسي للزيت النباتي الغذائي. ومع ذلك، فإن إنبات ونمو هذه المحاصيل محدود بسبب الضغوط البيئية الضارة المختلفة، وخاصة الإجهاد الملحي. من هنا، أجرى الباحثون دراسات على تأثير الإجهاد الملحي على نمو وإنبات بذور اللفت. هدف هذا العمل هو جمع الدراسات التي أجريت على تأثير الإجهاد الملحي على أصناف مختلفة من بذور اللفت باستخدام تركيزات مختلفة من NaCl، بهدف تحديد تأثير الإجهاد الملحي على معايير الإنبات والنمو (معدل الإنبات، متوسط زمن الإنبات، الإنبات اليومي المتوسط، عكس تأثير الإجهاد، طول الجذور، طول الغلاف النهائي، الأوراق، الوزن الطازج). وقد ثبت أن الإجهاد الملحي يؤثر سلبًا على معايير الإنبات والنمو. وعلى الرغم من التأثير السلبي للملوحة على هذه المعايير، فإن بعض أصناف بذور اللفت تتحمل الإجهاد الملحي.

**الكلمات المفتاحية:** السلجم الزيتي، الإجهاد الملحي، معايير الإنبات، معايير النمو