



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIES ET AGRO-ECOLOGIE

### **Mémoire**

de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de master académique en

Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie et Valorisation des Plantes

# **Effet du stress salin sur la croissance et le rendement des huiles essentielles de deux espèces de Basilic**

## **Réalisé par :**

Bouaissaoui Aya

Khermouche Hind

## **Devant le jury :**

Mme Moumene S	Pr	USDB	Présidente
Mme Degui N	MCB	USDB	Examinatrice
Mme Ghanai R	MCB	USDB	Promotrice

Année universitaire 2024/2025

# Dédicace

Nous dédions ce mémoire à nos familles respectives, pour leur soutien constant, leur patience et leur confiance tout au long de ce parcours. À nos ami(e)s, pour leurs encouragements, leur écoute et les moments de répit si précieux.

À mon fiancé pour sa présence, son encouragement (Aya)

Et à tous ceux qui, de près ou de loin, ont cru en nous et nous ont inspirés à persévérer jusqu'au bout.

# Remerciement

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre encadrante pour son suivi attentif, ses conseils précieux et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire. Sa rigueur scientifique et son accompagnement nous ont permis de mener à bien ce travail dans les meilleures conditions.

Nos remerciements vont aussi à toutes les personnes qui nous ont soutenues lors des phases expérimentales, ainsi qu'à celles qui nous ont encouragées moralement tout au long de ce projet.

Enfin, nous exprimons toute notre gratitude à nos familles et à nos proches pour leur soutien indéfectible, leur patience et leur présence constante, qui ont été pour nous une source de motivation essentielle.

## Résumé

Ce travail vise à évaluer l'impact d'un stress salin (3 g/L de NaCl) sur la croissance morphologique et le rendement en huiles essentielles de deux variétés de basilic : *Ocimum basilicum* var. *citriodorum* (basilic citronnelle) et *Ocimum basilicum* var. *purpurascens* (basilic pourpre). L'expérimentation a été menée en conditions contrôlées pendant quatre semaines. Les résultats ont montré que le stress salin affecte négativement la croissance des deux variétés, notamment la longueur des tiges et des racines, ainsi que la teneur en eau. Toutefois, une augmentation du rendement en huiles essentielles a été observée chez les plantes soumises au stress, en particulier chez le basilic citronnelle.

**Mots clés :** *ocimum Basilicum* ; stress salin ; huile essentielle; rendement ; croissance,

## الملخص

(لتر من كلوريد الصوديوم/غ 3) هدف هذا العمل إلى تقييم تأثير الإجهاد الملحي على النمو المورفولوجي ومردود الزيوت الأساسية لنوعين من الريحان والصنف (الريحان الليموني) *citriodorum* الصنف *Ocimum basilicum purpurascens* (الريحان الأرجواني). أجريت التجربة في ظروف مضبوطة. (الريحان الأرجواني) أظهرت النتائج أن الإجهاد الملحي أثر سلبًا على نمو النبات، لمدة أربعة أسابيع ومع ذلك، لوحظ ارتفاع. خصوصًا في طول السيقان والجذور وكذلك محتوى الماء في مردود الزيوت الأساسية تحت تأثير الإجهاد، خاصةً لدى الريحان الليموني.

## الكلمات المفتاحية

الريحان ؛ الاجهاد الملحي؛ الزيوت الاساسية؛ المردودية ؛ النمو

## **Abstract**

This study aims to evaluate the impact of salt stress (3 g/L of NaCl) on the morphological growth and essential oil yield of two basil varieties: *Ocimum basilicum* var. *citriodorum* (lemon basil) and *Ocimum basilicum* var. *purpurascens* (purple basil). The experiment was conducted under controlled conditions for four weeks. The results showed that salt stress negatively affected plant growth, particularly stem and root length, as well as water content. However, an increase in essential oil yield was observed under stress conditions, especially in lemon basil.

**keywords:** *Ocimum basilicum*; salt stress; essential oil; yield; growth.

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : <i>Ocimum basilicum var citriodorum</i> (basilic citronnelle).....	6
<b>Figure 2</b> : <i>Ocimum basilicum vas pupuracens</i> (basilic pourpre).....	7
<b>Figure 3</b> : Schéma d'impact de stress salin sur la plante.....	17
<b>Figure 4</b> : Montage d'hydrodistillation (clevenger).....	26
<b>Figure 5</b> : Teneur en eau % et traitement de témoins et essais en fonction de temps par semaine.....	32
<b>Figure 6</b> :Évolution du rendement en huiles essentielles (%) chez les témoins et les essais de basilic pourpre et citronnelle selon trois extractions.....	35

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Moyennes des longueurs (cm)des tiges et des racines de la variété basilic Citronnelle.....	29
<b>Tableau 2:</b> Moyennes des longueurs (cm)des tiges et des racines de la variété basilic pourpre.....	31
<b>Tableau 3:</b> Rendement moyen en huile essentielle % selon les conditions et les répétitions.....	34

## Sommaire

Dédicace	
Remerciement	
Résumé	
ملخص	
Abstract	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1

### Partie bibliographique

#### CHAPITRE 01 : Le basilic

1-Généralités.....	4
2-Origine et habitat.....	5
2-1-Basilic genre citronnelle .....	5
2-2-Basilic genre pourpre.....	6
3-Classification systématique.....	7
4-Description botanique .....	8
5-Composition chimique.....	9

#### CHAPITRE 02 : Le stress salin

1/Généralités.....	9
2/Stress salin et dégradation d'habitat.....	9
3/Causes et impacts directes du stress salin .....	10
4/Réponses physiologiques et biochimique des plantes .....	10
5/Effet du stress salin sur la croissance des plantes.....	11
6/Effet sur la biochimie de la plante.....	12
7/Effet sur les métabolites.....	13
7-1/Métabolites primaire.....	13
7-2/Métabolites secondaires.....	15

---

8/Conséquences de stress salin sur la croissance des plantes et le rendement des huiles essentielles .....	17
--	----

## **Partie expérimentale**

### **CHAPITRE 01: Matériel et Méthode**

1-Matériel.....	23
1-1-Les graines.....	23
1-2- Le substrat.....	23
1-3-Matériel utilisé pour l'extraction de l'huile essentielle.....	23
2-Méthode .....	23
2-1-Induction de stress salin.....	24
2-2-suivie des paramètres morphologiques.....	24
3- Extraction de l'huile essentielle.....	25
3-1-Principe.....	25
3-2-Mode opératoire.....	26
4-Calcul de rendement.....	27

### **CHAPITRE 02: Résultats et discussion**

1-Effet du stress salin sur la croissance en longueur.....	29
2-Effet sur la teneur en eau.....	29
3-Effet du stress sur le rendement de l'huile essentielle.....	34
Conclusion.....	37
Références Bibliographique.....	39

## Introduction

Les plantes aromatiques forment un groupe d'espèces végétales riches en métabolites secondaires volatils, notamment les huiles essentielles, qui leur confèrent des propriétés olfactives, médicinales et biologiques remarquables. Elles sont largement exploitées dans les secteurs pharmaceutique, agroalimentaire, cosmétique et même en agriculture durable (**Bakkali et al., 2008 ; Bougandoura et Bendimerad, 2012**). Grâce à leur composition bioactive, ces plantes jouent également un rôle adaptatif face à divers stress abiotiques, notamment la salinité, en modulant leurs réponses physiologiques et biochimiques (Verma et al., 2020).

Parmi ces plantes, le basilic (*Ocimum basilicum* L.) occupe une place importante, notamment en Algérie, où il est cultivé principalement dans les régions méditerranéennes pour ses usages culinaires, thérapeutiques et ornementaux (**Benmeddour et al., 2019**). Les variétés les plus connues incluent *Ocimum basilicum* var. *purpurascens* (basilic pourpre) et *Ocimum basilicum* var. *citriodorum* (basilic citronnelle), réputées pour la richesse et la diversité de leurs huiles essentielles (**Marotti et al., 1996 ; Sari et al., 2020**). Ces deux variétés se distinguent par des profils chimiques spécifiques : le basilic pourpre est particulièrement riche en eugénol, linalol et méthylchavicol, tandis que le basilic citronnelle présente des teneurs élevées en citral, géraniol et limonène (**Dudai et al., 2003 ; Lee et al., 2005**).

Cependant, dans les zones arides et semi-arides, la production de basilic est souvent compromise par des contraintes édaphiques, en particulier la salinité des sols, qui constitue l'un des principaux facteurs limitant la croissance et la productivité des plantes (Chérif et al., 2017). Le stress salin agit à plusieurs niveaux : il affecte la physiologie végétale, altère le métabolisme primaire et secondaire, et peut ainsi modifier significativement la synthèse des composés volatils et la qualité des huiles essentielles (**Benmeddour et al., 2019**).

Dans ce contexte, une question essentielle se pose : comment les différentes variétés de basilic, notamment le pourpre et le citronnelle, réagissent-elles à un stress salin modéré, tant sur le plan de la croissance que sur le rendement en huiles essentielles ? Comprendre ces réponses permettrait de mieux orienter les pratiques culturales et de sélectionner les géotypes les plus adaptés aux conditions de salinité croissante, notamment dans les régions à fort risque de dégradation des sols.

---

# **Partie**

# **bibliographique**

---

# **Le basilic**

## 1-Généralités

Le genre *Ocimum*, appartenant à la famille des Lamiaceae, regroupe plus de 60 espèces de plantes herbacées ou arbustives, annuelles ou vivaces, originaires des régions tropicales et subtropicales d'Asie, d'Afrique et d'Amérique du Sud (**Paton et al., 1999**). Parmi ces espèces, *Ocimum basilicum L.*, communément appelé basilic, est la plus connue et la plus utilisée à travers le monde, tant sur le plan culinaire, médicinal, que pharmaceutique. Le basilic est cultivé pour ses feuilles aromatiques riches en huiles essentielles, lesquelles sont utilisées dans l'industrie agroalimentaire, la cosmétique, la parfumerie et la phytothérapie (**Simon et al., 1999**).

Sur le plan botanique, le basilic est une plante herbacée à tiges quadrangulaires, aux feuilles opposées, ovales ou lancéolées, à bord lisse ou légèrement dentelé. La floraison se présente sous forme d'épis terminaux portant de petites fleurs blanches ou pourpres. Les différentes variétés et espèces de basilic présentent une grande diversité morphologique, aromatique et chimique, liée à des facteurs génétiques et environnementaux (**Carović-Stanko et al., 2010**). Cette variabilité a permis la sélection de nombreuses variétés telles que le basilic pourpre (*Ocimum. basilicum var. purpurascens*), le basilic citronnelle (*Ocimum. Basilicum var. citriodorum*), chacune caractérisée par une composition spécifique de ses huiles essentielles.

Chimiquement, les huiles essentielles de basilic sont composées principalement de monoterpènes et de phénylpropanoïdes, dont les plus représentés sont le linalol, le méthyl chavicol (estragole), le citral, l'eugénol, et le géranol. Ces composés sont responsables non seulement de l'arôme distinctif du basilic, mais aussi de ses nombreuses propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, anti-inflammatoires et insectifuges (**Grayer et al., 1996 ; Suppakul et al., 2003**). Cette richesse chimique justifie son emploi dans la médecine traditionnelle, notamment pour le traitement des troubles digestifs, respiratoires, dermatologiques, ou encore dans la gestion du stress et de l'anxiété (**Mondal et al., 2009**).

De plus, les recherches modernes ont permis de mieux comprendre le potentiel thérapeutique du basilic. En pharmacologie, certaines variétés font l'objet d'études approfondies pour la formulation de produits naturels à base d'huiles essentielles, visant la lutte contre les micro-organismes pathogènes, la modulation de l'inflammation, ou encore l'amélioration du bien-être psychologique. Ainsi, le basilic

représente aujourd'hui un modèle d'intérêt pour les recherches en ethnobotanique, aromathérapie, et biotechnologie végétale, en raison de la richesse et de la variabilité de sa composition chimique (**Hussain et al., 2008**) et (**Baritaux et al., 1992**).

## **2-Origine et Habitat**

### **2-1-Basilic genre citronnelle**

Le basilic citronnelle *ocimum basilicum var. citriodorum* est originaire des zones tropicales d'Asie du Sud-Est, notamment de l'Inde, du Sri Lanka et des régions voisines. Cette plante fait partie des espèces traditionnelles cultivées dans ces régions, non seulement pour ses propriétés culinaires, mais aussi pour ses vertus médicinales. Sa culture s'est ensuite étendue à d'autres régions tropicales du monde, en particulier dans des environnements aux climats similaires. Le basilic citronnelle est un descendant de la famille des Lamiacées, une famille qui inclut également d'autres variétés de basilic courantes. Selon **Simone.,(2012)**, le basilic citronnelle est largement cultivé dans des climats chauds et humides, ce qui en fait une plante idéale pour les régions tropicales où la température et l'humidité sont constamment élevées

Le basilic citronnelle préfère des climats chauds et humides, caractéristiques des régions tropicales et subtropicales. La plante pousse naturellement dans des zones bien exposées au soleil, dans des sols bien drainés et légèrement acides à neutres. Elle est souvent trouvée dans des jardins ou des plantations et a besoin de températures comprises entre 20°C et 30°C pour se développer correctement. En dehors de son aire d'origine, on peut aussi la cultiver dans des environnements similaires, comme dans des régions méditerranéennes, où la plante peut être cultivée en pot pour s'adapter à des espaces plus réduits, comme dans les jardins urbains. (**Ragone 2006**).



**Figure 1:** *Ocimum basilicum var. citriodorum* (basilic citronnelle)

الريحان الليموني

## 2-2-Basilic genre pourpre

Le basilic pourpre est une variété du basilic commun *Ocimum basilicum var. purpurascens*, originaire de la région sud-est asiatique, notamment de l'Inde, du Sri Lanka et d'autres régions tropicales. Cette variété est cultivée principalement pour son arôme plus intense et ses propriétés médicinales et culinaires. Comme le mentionnent **Akinmoladun et al., (2014)**, cette variété de basilic est particulièrement prisée pour ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. En dehors de l'Asie, il a été largement introduit en Europe, notamment dans le bassin méditerranéen, et dans d'autres régions tropicales et subtropicales du monde, où il est cultivé aussi bien à des fins commerciales que décoratives.

Le basilic pourpre préfère les climats chauds et ensoleillés, similaires à son cousin le basilic vert. Il est cultivé dans des zones tropicales et subtropicales, où les températures fluctuent entre 20°C et 30°C. la plante se développe mieux dans des sols bien drainés et riches en matières organiques, avec une préférence pour des conditions légèrement acides à neutres. Le basilic pourpre est également adaptable à la culture en pot, ce qui permet de le cultiver dans des environnements urbains. Il est important de ne pas laisser l'eau stagner dans le sol, car cela peut entraîner des problèmes de

pourriture des racines. Cette plante apprécie une humidification modérée et ne tolère pas les gelées (Bahar et al.2015).



**Figure 2:** *Ocimum basilicum var. purpurascens* (basilic pourpre)

الريحان الأرجواني

### 3-Classification systématique

La classification systématique permet d'identifier et de situer les plantes dans la hiérarchie taxonomique selon leurs caractéristiques morphologiques, anatomiques et génétiques. Le basilic (*Ocimum basilicum* L.) appartient à la famille des Lamiacées, reconnue pour sa richesse en espèces aromatiques. Dans ce travail, deux variétés ont été étudiées : *Ocimum basilicum var. citriodorum*, communément appelé basilic citronnelle, et *Ocimum basilicum var. purpurascens*, connu sous le nom de basilic pourpre. Ces deux variétés se distinguent notamment par la couleur de leurs feuilles, leur profil aromatique et leur composition en métabolites secondaires (Grayer et al., 1996 ; Paton et al., 1999). Le tableau ci-dessous résume leur classification systématique du règne végétal jusqu'au rang variétal.

---

## 4-Description botanique

Le basilic citronnelle, connu sous le nom *ocimum basilicum citriodorum*, est une plante herbacée aromatique appartenant à la famille des Lamiaceae. Cette espèce a été décrite pour la première fois par le botaniste français (**Auguste Ch 1900**). Elle se caractérise par un port buissonnant et une hauteur variante généralement entre 40 et 70 cm. Les tiges sont dressées, quadrangulaires et légèrement pubescentes, ce qui constitue une caractéristique typique de cette famille botanique. Les feuilles sont simples, opposées, ovales à lancéolées, à bords entiers, et dégagent une forte odeur citronnée lorsqu'on les froisse, due à la présence de composés aromatiques comme le citral et le géraniol. Les fleurs, de petite taille, sont regroupées en épis terminaux et présentent une corolle bilabée de couleur blanche à rosée. Le fruit est un tétrakène formé de quatre akènes secs à maturité. Bien qu'elle soit souvent stérile du fait de son origine hybride, le basilic citronnelle est largement cultivée dans les régions tropicales et subtropicales pour ses usages culinaires, médicaux et aromatiques. Elle est notamment utilisée en infusion pour ses effets digestifs et calmants, et son profil morphologique ainsi que sa richesse en huiles essentielles en font une espèce d'intérêt dans les recherches ethnobotaniques et agronomiques. (**João d.l en 1790.**)

Le basilic pourpre, scientifiquement désigné sous le nom *Ocimum basilicum var. purpurascens*, est une variété botanique du basilic commun appartenant à la famille des Lamiaceae. Cette variété a été décrite par le botaniste britannique. Elle se distingue principalement par la coloration pourpre à violacée de son feuillage, due à une forte concentration d'anthocyanes, pigments aux propriétés antioxydantes. Il s'agit d'une plante herbacée annuelle, au port buissonnant, pouvant atteindre entre 30 et 60 cm de hauteur. Les tiges sont quadrangulaires, dressées, parfois légèrement pubescentes. Les feuilles sont simples, opposées, de forme ovale à elliptique, à marge entière, et d'une texture légèrement rugueuse. Contrairement au basilic vert classique, le basilic pourpre présente un parfum plus épicé et légèrement poivré, tout en conservant des notes aromatiques caractéristiques du genre *Ocimum*. La floraison se manifeste par des épis terminaux composés de petites fleurs bilabées, de couleur blanche à rosée, parfois teintées de mauve. Le fruit, comme chez les autres membres du genre, est un tétrakène contenant quatre petits akènes. Apprécié autant pour son aspect ornemental que pour ses usages culinaires, *Ocimum basilicum var. purpurascens* est également étudié pour ses propriétés médicinales et antioxydantes,

---

ce qui en fait un sujet d'intérêt en recherche agronomique et pharmacognosique. (Benth., 1834)

## 5-Composition chimique

Le basilic citronnelle *ocimum basilicum citriodorum* est une plante aromatique reconnue pour sa richesse en composés volatils, responsables de son arôme citronné caractéristique. L'analyse chimique de son huile essentielle révèle une forte concentration en citral, un mélange naturel d'isomères (géraniol et néral), qui constitue le principal composé actif, représentant souvent plus de 60 % de l'huile essentielle. On y retrouve également des taux significatifs de géraniol, linalol, citronellol, eugénol, et dans certains cas, du 1,8-cinéole (eucalyptol). Ces molécules appartiennent principalement aux classes des monoterpènes et des sesquiterpènes, connues pour leurs propriétés biologiques variées. La composition peut varier légèrement selon les conditions de culture, la maturité des feuilles, et les méthodes d'extraction employées. Ces constituants confèrent au basilic citronnelle des propriétés antibactériennes, antifongiques, anti-inflammatoires, antioxydantes, et digestives, largement exploitées en phytothérapie et en cosmétique naturelle. Cette richesse chimique, combinée à une facilité de culture, justifie son importance croissante dans les filières de production d'huiles essentielles et dans les recherches en pharmacologie végétale. (Auguste ch. 1900).

Le basilic pourpre *Ocimum basilicum var. purpurascens*, en plus de sa couleur distinctive, possède une composition chimique riche, similaire à celle du basilic commun, mais avec des variations dues à la présence d'anthocyanes responsables de sa coloration pourpre. L'huile essentielle de cette variété renferme principalement des monoterpènes et des sesquiterpènes, dont les composés majeurs sont linalol, eugénol, méthyl chavicol (estragole), et 1,8-cinéole. Ces composés sont à l'origine de son parfum distinct, qui est à la fois épicé et légèrement sucré, tout en conservant des notes typiques du basilic. Le linalol, un alcool terpénique, est particulièrement prisé pour ses propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, et calmantes, tandis que l'eugénol possède des vertus antiseptiques et analgésiques. Le basilic pourpre présente également une concentration notable en flavonoïdes et en anthocyanines, des pigments aux propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, ce qui lui confère des bénéfices potentiels pour la santé cardiovasculaire et la gestion des maladies

---

chroniques. La composition chimique de *Ocimum basilicum var. purpurascens* en fait un candidat idéal pour des applications en aromathérapie, en cosmétique, et dans le domaine de la santé naturelle. (Benth, 1834)

L'huile essentielle du basilic citronnelle *ocimum basilicum citriodorum* qui est largement reconnue pour ses propriétés aromatiques et médicinales, a été largement étudiée par plusieurs chercheurs. Selon (Pandey et al. 2009), cette huile essentielle est principalement composée de citral (géraniol et néral), qui constitue plus de 60 % des composés volatils présents dans la plante. En plus du citral, géraniol, linalol, citronellol, et eugénol sont également présents, bien que leurs concentrations varient en fonction des conditions de culture et de l'instar de développement de la plante. Ces composés, appartenant aux classes des monoterpènes et des sesquiterpènes, sont responsables des propriétés antimicrobiennes, anti-inflammatoires, et antioxydantes du basilic citronnelle. Van der Meer et al., (2004) ont également souligné l'importance de l'huile essentielle de basilic citronnelle dans la lutte contre les pathogènes microbiens, grâce à l'activité synergique de ces composés. Cette composition chimique en fait un ingrédient clé dans l'industrie pharmaceutique et la production d'huiles essentielles, notamment pour ses applications dans le traitement des infections bactériennes et fongiques.

L'huile essentielle de basilic pourpre *Ocimum basilicum var. purpurascens* est également d'un grand intérêt pour ses propriétés biologiques, en raison de sa richesse en plusieurs composés volatils. Elshafie et al., (2015) ont étudié la composition chimique de cette huile essentielle et ont identifié plusieurs constituants majeurs, notamment linalol, eugénol, et méthyl chavicol (estragole). Le linalol, un alcool terpénique, est particulièrement apprécié pour ses propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, et calmantes, ce qui en fait un élément clé dans la formulation de produits aromathérapeutiques. Par ailleurs, eugénol, un phénol, possède des propriétés antiseptiques et analgésiques, renforçant ainsi l'efficacité de l'huile essentielle dans le traitement des douleurs musculaires et des inflammations. Hussain et al.,(2017) ont également mis en évidence l'efficacité de l'huile essentielle de basilic pourpre dans des applications cosmétiques et médicinales, en raison de sa capacité à combattre l'oxydation cellulaire et à réduire les inflammations cutanées grâce à ses puissants composés antioxydants.

---

# **Le stress salin**

---

## 1/Généralités

Le stress salin est un phénomène complexe qui se manifeste lorsque la concentration en sels solubles dans le sol ou l'eau d'irrigation dépasse les niveaux tolérables par les plantes. Ces sels, principalement composés d'ions sodium ( $\text{Na}^+$ ) et chlorure ( $\text{Cl}^-$ ), perturbent les processus physiologiques et biochimiques des plantes en induisant à la fois un stress osmotique et ionique. Les plantes médicinales dépendent souvent de métabolites secondaires pour leurs propriétés thérapeutiques. Le stress salin peut réduire la concentration de ces composés bio-actifs, diminuant ainsi l'efficacité des plantes dans les traitements médicaux. Par exemple, les huiles essentielles produites par des plantes comme le basilic peuvent voir leur composition chimique modifiée par le stress salin, affectant leurs propriétés antibactériennes, anti-inflammatoires et antioxydantes (**Grattan et Grieve 1999**).

En réponse à ces conditions adverses, les plantes développent divers mécanismes d'adaptation, notamment l'exclusion des ions toxiques au niveau des racines, l'accumulation de solutés compatibles comme les prolines et les sucres solubles, ainsi que la production accrue d'antioxydants pour neutraliser les radicaux libres générés par le stress. La compréhension approfondie des mécanismes de tolérance au stress salin et des effets de la salinité sur la physiologie des plantes est cruciale pour développer des stratégies de gestion agricole efficaces, en particulier dans les régions où la salinisation des sols est en augmentation. (**Qadir et al 2008**).

## 2/ Stress salin et dégradation d'habitat

Le stress salin et la dégradation de l'habitat représentent deux contraintes environnementales majeures qui affectent profondément la croissance, la diversité génétique et la composition biochimique des plantes aromatiques, notamment celles du genre *Ocimum*. Ces perturbations altèrent non seulement la dynamique des populations végétales, mais compromettent également la qualité et la quantité des huiles essentielles, réduisant ainsi leur valeur médicinale, nutritionnelle et économique (**Mzabri et al., 2020**) et (**Allane, 2022**).

À une échelle plus large, la salinisation des sols constitue l'un des principaux facteurs responsables de la dégradation des terres agricoles dans le monde. Environ 20 % des terres irriguées à l'échelle mondiale sont touchées par ce phénomène, souvent lié à l'irrigation excessive, au drainage insuffisant et à l'utilisation d'eaux riches en sels

---

(FAO, 2021). Ce processus provoque une accumulation de sels dans la rhizosphère, induisant un stress osmotique et ionique qui freine la croissance végétative (Rengasamy, 2010) et (Munnset Tester, 2008). Les régions arides et semi-arides, comme l'Asie centrale, le Moyen-Orient ou le bassin méditerranéen, sont particulièrement vulnérables à cette problématique, laquelle est exacerbée par les changements climatiques et la pression anthropique croissante. Ainsi, la salinisation apparaît comme une menace croissante pour la durabilité des écosystèmes et la sécurité alimentaire mondiale.

### 3/Causes et impacts directs du stress salin

Le stress salin, causé par l'accumulation excessive de sels dans le sol — principalement des ions sodium ( $\text{Na}^+$ ) et chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) — résulte de l'irrigation avec de l'eau salée, de mauvaises pratiques agricoles, ou de phénomènes naturels tels que l'évaporation ou l'intrusion marine (Qadiret Oster., 2004). Cette accumulation entraîne une diminution de l'absorption de l'eau et des nutriments, une hausse du potentiel osmotique du sol, ainsi que des déséquilibres ioniques, créant un environnement défavorable à la croissance végétale.

Chez le basilic (*Ocimum basilicum*), ces conditions réduisent significativement la croissance végétative et modifient la composition des huiles essentielles, parfois en augmentant la concentration de certains composés tels que le linalol ou l'eugénol, en réponse à l'activation des mécanismes de défense (Koca et al., 2007) et (Shahbazet Ashraf., 2011).

### 4/ Réponses physiologiques et biochimiques des plantes

Face à ces contraintes, les plantes mettent en place plusieurs mécanismes adaptatifs : exclusion des ions  $\text{Na}^+$  au niveau des racines, séquestration des ions toxiques dans les vacuoles, accumulation de solutés compatibles comme la proline et les sucres pour maintenir l'équilibre osmotique, et augmentation de la production d'antioxydants (acide ascorbique, glutathion, caroténoïdes, flavonoïdes). Ces composés neutralisent les espèces réactives de l'oxygène (ROS) générées par le stress salin, protégeant ainsi les structures cellulaires contre les dommages oxydatifs (Munnset Tester, 2008).

---

## 5/ Effet du stress salin sur la croissance des plantes

Le stress salin est un facteur principale abiotique limitant la croissance, la productivité et la qualité métabolique des plantes, en particulier dans les régions arides et semi-arides. Il agit en perturbant l'équilibre hydrique, en induisant des désordres nutritionnels et des altérations osmotiques, ce qui affecte directement la croissance végétative, la biomasse foliaire et la surface photosynthétique (**Parida et Das.,2005**).

Selon **Alem et al.,(2002)**, la salinité affecte notamment l'activité physiologique des feuilles, et plus précisément la photosynthèse, considérée comme l'un des processus les plus sensibles et la cause principale de la réduction de la productivité végétale.

À l'échelle cellulaire, la salinité provoque une diminution du potentiel osmotique du sol, empêchant l'imbibition des graines et inhibant l'activité enzymatique, en raison d'un excès d'absorption des ions  $\text{Na}^+$  au détriment du  $\text{K}^+$ , ce qui ralentit les processus métaboliques normaux (**Hajlaoui et al., 2007**). En parallèle, elle entraîne une accumulation toxique d'ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ , et perturbe l'absorption d'éléments essentielles tels que  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ , menant à un déséquilibre nutritionnel significatif (**Zorb et al., 2019**).

D'après (**Munns et al., 2006**), l'inhibition de la croissance résulte à la fois de l'effet osmotique, qui réduit la capacité d'absorption d'eau par les racines, et de l'effet toxique, provoqué par une concentration excessive de sel dans le flux de transpiration, endommageant les cellules foliaires et limitant la transpiration.

Chez les plantes aromatiques comme le basilic (***Ocimum basilicum***), ces altérations se traduisent par une réduction marquée de la hauteur des plants, du nombre de feuilles, du poids sec total et du rendement global (**Tarchoune et al., 2013**). Toutefois, plusieurs études ont montré qu'un stress salin modéré peut stimuler la synthèse de métabolites secondaires, notamment les huiles essentielles, par activation des voies biosynthétiques comme celle du mévalonate et des terpènes (**Bettaieb et al., 2011**). Cette réaction adaptative permettrait à la plante de renforcer ses défenses contre le stress. Cependant, à des concentrations plus élevées de sel, la biosynthèse des huiles essentielles est inhibée en raison d'un stress oxydatif accru et de la réduction de la surface foliaire active. Ainsi, l'effet du stress salin sur la

---

production d'huiles essentielles est dose-dépendant, et pourrait être exploité dans certaines conditions pour optimiser la qualité chimique des extraits tout en maintenant une productivité agronomique acceptable.

## **6/ Effet sur la biochimie de la plante**

Le stress salin est l'un des principaux facteurs abiotiques perturbant le métabolisme primaire et secondaire des plantes, ce qui affecte profondément leur croissance, leur développement et leur capacité d'adaptation (**Parida et Das, 2005**).

La salinité provoque une accumulation d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) telles que le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ), le superoxyde ( $O_2^-$ ) et le radical hydroxyle ( $\bullet OH$ ), entraînant des dommages aux membranes, aux protéines, aux enzymes et à l'ADN (**Mittler, 2002**). Pour y faire face, les plantes activent des systèmes antioxydants enzymatiques (superoxyde dismutase, catalase, peroxydases) et non enzymatiques (acide ascorbique, glutathion, caroténoïdes) afin de neutraliser ces ROS et limiter le stress oxydatif (**Gillet Tuteja, 2010**).

En réponse à la salinité, les plantes ajustent également leur métabolisme osmotique en accumulant des osmolytes compatibles comme la proline, la glycine bêtaïne, les sucres solubles et les polyols. Ces composés permettent de maintenir la turgescence cellulaire, de stabiliser les structures protéiques et de prévenir la déshydratation (**Ashraf et Foolad, 2007**). Par ailleurs, le stress salin stimule ou inhibe la biosynthèse de métabolites secondaires comme les composés phénoliques, les flavonoïdes et les terpènes, jouant un rôle dans la signalisation, la défense et la régulation du stress (**Khan et al., 2021**).

La salinité affecte aussi la fonction photosynthétique. D'après **Liang et al. (2020)**, elle réduit fortement la fixation du  $CO_2$  et provoque un excès d'énergie lumineuse absorbée par les pigments, dépassant la capacité de consommation dans les chloroplastes, ce qui provoque des dommages photochimiques. La présence excessive de  $Na^+$  et  $Cl^-$  dans les tissus foliaires entraîne la dégénérescence des organites cellulaires et agit comme agent dégradant des pigments chlorophylliens (**Abbas et al., 2013**).

**Santos (2004)** a montré que la salinité altère la structure fine des chloroplastes, diminue la teneur en chlorophylle, inhibe la synthèse de l'acide 5-aminolévulinique

---

— précurseur de la chlorophylle — et perturbe le fonctionnement du Photosystème II (PSII). De plus, l'instabilité des complexes pigments-protéines et l'augmentation de l'activité des chlorophyllases accentuent la perte de pigments (**Liang et al., 2020**).

Le stress salin limite également l'absorption du CO<sub>2</sub> via la réduction de la conductance stomatique (**Santiago et al., 2000**), induit un déficit hydrique foliaire (**Yekhlefet Djekoun, 2000**) et provoque une déshydratation membranaire qui diminue leur perméabilité au CO<sub>2</sub>.

La sénescence prématurée et les altérations de l'activité enzymatique causées par les changements structuraux du cytoplasme entraînent aussi une accumulation anormale de sucres totaux. Cette situation peut découler du blocage de la glycolyse ou de la forte hydrolyse de l'amidon, générant des signaux de rétroaction qui inhibent la photosynthèse (**Munns et al., 2000**).

La salinité modifie la composition nutritionnelle de la plante en augmentant la concentration en Na<sup>+</sup> au détriment de K<sup>+</sup>, élément vital pour l'équilibre ionique et l'activité enzymatique, ce qui perturbe la croissance et la santé globale de la plante (**Karoune et al., 2017**).

## **7/ Effet sur les métabolites**

### **7-1 Métabolites primaires**

Le stress salin perturbe significativement les métabolismes primaires des plantes, affectant notamment la photosynthèse, la respiration et la synthèse des protéines. La salinité réduit l'efficacité photosynthétique en raison de la réduction de l'absorption d'eau, de l'augmentation du potentiel osmotique et de la diminution de la capacité des plantes à assimiler le CO<sub>2</sub> (**Yekhlef et Djekoun, 2000**). Cette perturbation affecte directement la production de sucres et d'amidon, principaux produits de la photosynthèse, réduisant ainsi les ressources énergétiques nécessaires à la croissance et à la respiration des cellules (**Munns et al., 2000**).

La salinité influence également le métabolisme énergétique de la plante, limitant la glycolyse et altérant la production d'ATP, qui est essentielle pour les processus biologiques fondamentaux. La capacité des plantes à synthétiser des protéines est également diminuée sous stress salin, affectant des processus cruciaux

---

tels que la réparation cellulaire et la croissance. De plus, l'accumulation excessive de sels dans les cellules perturbe l'activité des enzymes, entraînant un déséquilibre dans la régulation de la croissance et de la division cellulaire (**Karoune et al., 2017**).

### **7-1-1 Impact sur les métabolites primaires spécifiques**

#### ● **Glucides**

**-Glucose** : Sous stress salin, la production de glucose est réduite en raison de la diminution de la photosynthèse. Cependant, la plante utilise le glucose disponible pour produire des composés osmoprotecteurs nécessaires à la régulation de l'osmose et à la protection cellulaire.

**-Cellulose** : La synthèse de la cellulose, qui est essentielle pour la structure et la stabilité des parois cellulaires, peut être affectée par la salinité, entraînant une altération de la structure cellulaire.

#### ● **Acides aminés**

**-Proline** : La synthèse de la proline est souvent augmentée en réponse au stress salin. La proline joue un rôle clé en tant qu'osmoprotecteur, maintenant l'équilibre osmotique et protégeant les protéines et membranes cellulaires contre les dommages (**Ashrafet Foolad, 2007**).

**-Lysine** : Le stress salin peut également perturber la biosynthèse de la lysine, bien que les réponses varient selon les espèces végétales.

#### ● **Lipides**

**-Acides gras** : Le stress salin peut altérer la composition des acides gras dans les membranes cellulaires, affectant leur fluidité et leur fonction sous conditions de stress.

**-Triglycérides** : Les triglycérides, impliqués dans les réserves énergétiques de la plante, peuvent également voir leur métabolisme modifié sous stress salin.

#### ● **Acides nucléiques**

**-ADN** : Le stress salin peut entraîner des dommages à l'ADN, ce qui nécessite des mécanismes de réparation pour maintenir l'intégrité génétique de la plante.

**-ARN** : La transcription de certains gènes peut être régulée en réponse au stress salin, influençant la production de protéines et d'enzymes nécessaires à l'adaptation.

---

- **Acides organiques**

-**Acide citrique** : La salinité affecte le cycle de Krebs, entraînant des modifications des niveaux d'acide citrique et d'autres intermédiaires métaboliques, impactant ainsi la production d'énergie (**Munnset Tester, 2008**).

-**Acide malique** : Sous stress salin, les niveaux d'acide malique peuvent augmenter pour aider à maintenir l'équilibre osmotique et réguler la respiration cellulaire (**Zandalinas et al., 2018**).

### **7-1-2 Synthèse des réponses biochimiques**

en réponse au stress salin, les plantes ajustent leur métabolisme afin de maintenir l'intégrité cellulaire et survivre à des conditions environnementales extrêmes. Cela inclut notamment l'augmentation de la synthèse de certains acides aminés, tels que la proline, qui joue un rôle crucial dans la gestion du stress osmotique. Toutefois, ces adaptations métaboliques nécessitent une dépense énergétique importante, ce qui peut freiner la croissance et la productivité des plantes à long terme. Par ailleurs, la modification des niveaux d'acides organiques et d'acides gras, ainsi que les altérations observées dans la biosynthèse des protéines et des lipides, soulignent l'impact du stress salin sur les processus biochimiques fondamentaux des plantes (**Ben Rejeb et Savouré 2012**).

### **7-2 Métabolites secondaires**

Le stress salin modifie la production de métabolites secondaires, qui sont essentielles pour la défense des plantes contre les stress abiotiques et les agents pathogènes. En réponse à la salinité, les plantes augmentent la synthèse de certains composés phénoliques, flavonoïdes et autres antioxydants, qui jouent un rôle clé en neutralisant les espèces réactives de l'oxygène (ROS) et en réduisant les dommages oxydatifs (**Khan et al., 2021**). Ces métabolites secondaires agissent comme des molécules de défense, protégeant la plante contre les effets délétères des radicaux libres.

De plus, sous stress salin modéré, la production de composés aromatiques, notamment les huiles essentielles, augmente en raison de l'activation des voies métaboliques impliquées dans la biosynthèse des terpènes. Ce phénomène a été observé dans des plantes comme le basilic (***Ocimum basilicum***), où des ajustements

---

biochimiques permettent la production accrue de ces composés (**Bettaieb et al., 2011**). Cependant, lorsque l'exposition au sel devient trop prolongée ou trop intense, la biosynthèse de ces métabolites secondaires est inhibée, ce qui réduit la production de ces composés bioactifs et altère la composition chimique des huiles essentielles. Cela peut également modifier leurs propriétés pharmacologiques et aromatiques, affectant ainsi la qualité des extraits (**Tarchoune et al., 2013**).

Le stress salin provoque également des changements hormonaux, perturbant les concentrations des phytohormones, qui jouent un rôle crucial dans l'adaptation des plantes aux conditions environnementales défavorables. Ces phytohormones, telles que l'auxine (IAA), les cytokinines (CK), l'acide abscissique (ABA), l'éthylène (ET), et les gibbérellines (GA), régulent diverses voies de transduction du signal et facilitent la réponse des plantes au stress salin (**Khanet Khan, 2013; Kazan, 2015**).

Les terpènes et terpénoïdes, des métabolites secondaires impliqués dans la défense des plantes contre les stress abiotiques, sont également affectés par le stress salin. Ces composés agissent non seulement comme antioxydants, mais aussi comme agents antimicrobiens et insectifuges, contribuant ainsi à la protection de la plante. En outre, les terpènes sont également impliqués dans la régulation de la croissance et du développement des plantes (**Ghassemiet Taifeh, 2011**).

Les glucosinolates, connaissent également une augmentation de leur concentration sous stress salin. Ces composés contribuent à la défense contre les herbivores et les agents pathogènes, tout en jouant un rôle dans la détoxification des ions toxiques (**Khanet Nazar, 2007**). Par ailleurs, les polyamines, telles que la putrescine, la spermidine et la spermine, sont également impliquées dans la réponse au stress salin. Elles agissent comme osmoprotecteurs, stabilisent les membranes cellulaires, neutralisent les radicaux libres et participent à la signalisation cellulaire (**Kuznetsov, 2007**). Ces composés permettent aux plantes de maintenir un équilibre ionique et osmotique adéquat dans leurs cellules (**Jaleel et al., 2009**).

## 8/ Conséquences du stress salin sur la croissance des plantes et le rendements des huiles essentielles

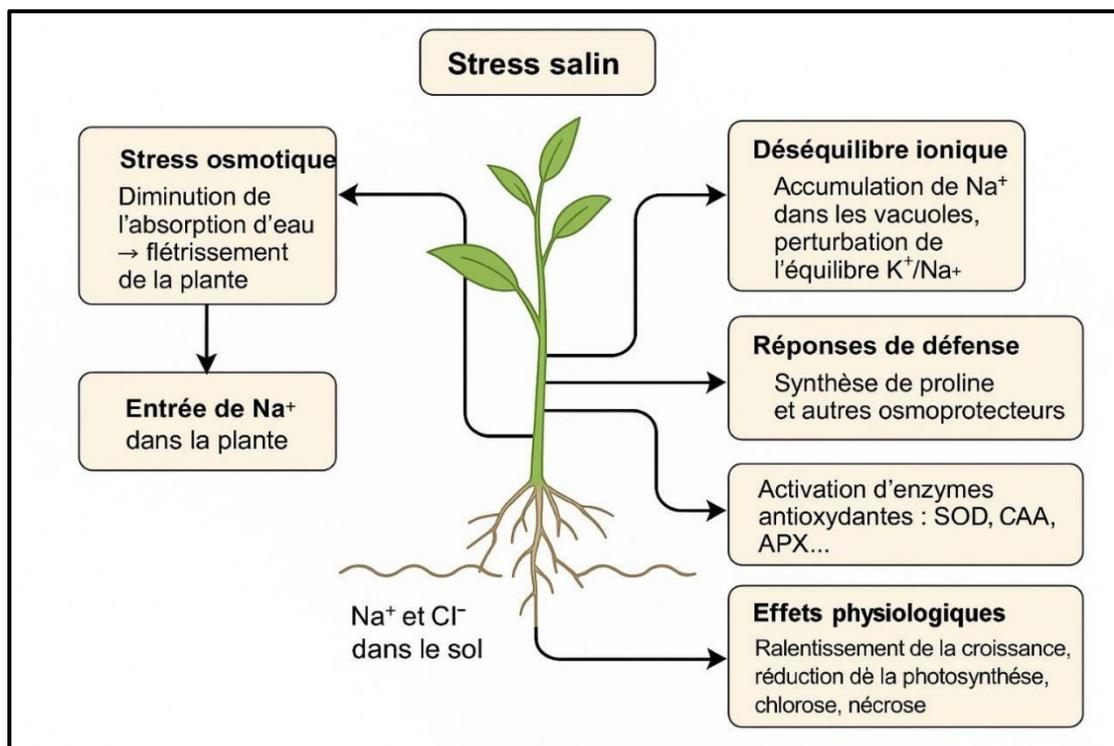


Figure 3: Schéma d'impact de stress salin sur la plante

Le stress salin a des répercussions importantes sur l'utilisation des plantes, notamment dans la production d'huiles essentielles, un produit d'importance économique et pharmacologique. Ces impacts affectent à la fois la qualité et le rendement des huiles essentielles extraites des plantes aromatiques, telles que le basilic (*Ocimum basilicum*) et d'autres espèces riches en composés volatils. Voici les conséquences majeures du stress salin sur ces aspects :

- **Réduction du rendement des huiles essentielles**

Sous stress salin, la production d'huiles essentielles peut être considérablement réduite. Cet effet est généralement dose-dépendant : un stress modéré peut parfois augmenter la production d'huiles essentielles, mais un stress excessif ou prolongé entraîne une baisse notable du rendement. La salinité

---

impacte principalement la croissance des plantes, réduisant leur biomasse foliaire et la surface photosynthétique, éléments cruciaux pour la production d'huiles essentielles. La diminution de la surface foliaire entraîne une réduction de la quantité de matière première disponible pour l'extraction, ce qui affecte directement le rendement global (Tarchoune et al., 2013).

- **Modification de la composition chimique des huiles essentielles**

Le stress salin altère la composition chimique des huiles essentielles en modifiant la concentration et la nature des terpènes et autres composés volatils. Les terpènes, métabolites primaires impliqués dans la production des huiles essentielles, sont particulièrement touchés. Des concentrations élevées de sel perturbent leur biosynthèse. Lorsque les plantes sont exposées à une salinité trop élevée, les voies biosynthétiques responsables de la production de ces composés peuvent être inhibées, modifiant ainsi leur profil chimique et, par conséquent, leurs propriétés organoleptiques et pharmacologiques. Les études montrent que les profils des terpènes dans les huiles essentielles peuvent changer, réduisant ainsi leur efficacité et homogénéité (Bettaieb et al., 2011).

- **Impact sur les propriétés pharmacologiques des huiles essentielles**

Les huiles essentielles possèdent des propriétés pharmacologiques précieuses, telles que des effets antioxydants, antimicrobiens, anti-inflammatoires et analgésiques, principalement grâce aux terpènes. Le stress salin perturbe ces propriétés en affectant la composition chimique des huiles essentielles. Par exemple, des modifications dans les niveaux de composés bioactifs tels que le linalol ou le méthylchavicol peuvent altérer l'efficacité thérapeutique des huiles essentielles (Tarchoune et al., 2013).

- **Effet de stress oxydatif sur la production des huiles essentielles**

Le stress salin induit un stress oxydatif, entraînant la formation d'espèces réactives de l'oxygène (ROS). Ces ROS peuvent endommager les cellules végétales et perturber la production de métabolites secondaires, y compris les huiles essentielles. En réponse, les plantes augmentent la synthèse de composés antioxydants, tels que les flavonoïdes et les composés phénoliques, pour contrer ces effets. Toutefois, cette réponse peut détourner une partie de l'énergie et des

---

ressources nécessaires à la biosynthèse des huiles essentielles, entraînant ainsi une réduction de leur rendement (**Khan et al., 2021**).

- **Effets physiopathologiques sur les plantes aromatiques**

Le stress salin perturbe les mécanismes physiologiques et biochimiques des plantes, engendrant des altérations morphologiques et physiologiques. Cela se traduit par une réduction de la croissance, une inhibition de la photosynthèse et une limitation des processus métaboliques vitaux pour la production de biomasse et d'huiles essentielles. Ces effets sont particulièrement marqués dans les plantes aromatiques, qui dépendent de processus physiopathologiques spécifiques pour la production de leurs composés volatils. La baisse de la photosynthèse réduit la production de sucres et d'intermédiaires nécessaires à la synthèse des huiles essentielles, ce qui compromet la production de ces substances (**Paridaet Das, 2005**).

Le stress salin entraîne des conséquences négatives sur l'utilisation des plantes, affectant principalement leur rendement et la qualité des produits dérivés, y compris les huiles essentielles. Les effets les plus immédiats sont la réduction du rendement et l'altération des propriétés pharmacologiques des huiles essentielles. De plus, la salinité peut modifier la qualité des produits agricoles en réduisant leur valeur nutritionnelle et en altérant la texture et le goût des fruits et légumes (**Munnset Tester, 2008**).

Dans les zones où les sols sont salins, les options de cultures sont limitées, obligeant les agriculteurs à recourir à des espèces tolérantes au sel, ce qui peut restreindre la diversité des cultures et affecter la sécurité alimentaire locale (**Flowerset Colmer, 2008**). Pour les plantes médicinales, telles que le basilic, qui dépendent des métabolites secondaires pour leurs propriétés thérapeutiques, le stress salin peut réduire la concentration de ces composés bioactifs, compromettant ainsi l'efficacité des traitements médicaux (**Grattanet Grieve, 1999**).

Les huiles essentielles, utilisées dans les industries de la parfumerie, des cosmétiques et des produits pharmaceutiques, peuvent également voir leur rendement et leur qualité affectés par le stress salin, ce qui entraîne une diminution de la

---

concentration en composés actifs nécessaires pour les applications industrielles (**Paridaet Das, 2005**). Enfin, les cultures industrielles, telles que celles destinées à la production de fibres ou de biocarburants, peuvent devenir moins viables sous l'effet du stress salin, imposant des coûts supplémentaires aux producteurs (**Flowerset Yeo, 1995**).

---

# Partie expérimentale

---

# **Matériel et Méthode**

---

Ce travail a été entrepris en vue de déterminer l'effet de stress salin sur deux espèces de basilic . basilic citronnelle et basilic pourpre qui ont été soumis à un traitement de 3 g de NaCl qui été ajouté à 1 l d'eau de robinet déterminent le seuil de résistance de chaque espèce et les modifications morphologiques et le rendement de l'huile essentiel dans nos conditions expérimentales.

## **1-Matériel**

### **1-1-Les graines**

Les graines utilisées sont les graines de basilic genre citronnelle (*ocimum basilicum citriodorum*) et basilic genre pourpre (*Ocimum basilicum var. purpurascens*), achetés à partir d'un fournisseur algérien

### **1-2-Le substrat**

composé d'un mélange du sol avec un terreau Le mélange obtenu est additionné à une tourbe fournie par un entrepreneur algérien

Chaque composant de ce produit est d'une proportion d'un tier (1/3 de terre végétale de tourbe et de terreau ) .

### **1-3- Matériels utilisés pour l'extraction de l'huile essentielle**

L'hydrodistillation de basilic citronnelle et basilic pourpre a été accomplie à l'aide d'un dispositif de type Clevenger. Un alambic de laboratoire est composé de 4 éléments : Un chauffe ballon : source de chaleur pour l'évaporation Un ballon de 1 litres à fond rond où l'on dispose la matière végétale, destinée à être distillée, ainsi que l'eau; Un essencier pour séparer l'huile essentielle de l'eau distillée.

Un réfrigérant ascendant pour la condensation de la vapeur issue du ballon chargé porté à ébullition.

## **2-Méthode**

Les graines ont été semées dans des pots en plastique de longueur , largeur , hauteur de 8 cm et de volume de 512 L remplis d'un substrat homogène composé de terre végétale, terreau et tourbe .Ce mélange assure une bonne aération, une rétention hydrique équilibrée.

L'étude a porté sur un total de 100 pots, soit 50 pots par espèce de basilic.

---

Les plantes ont été réparties selon un traitement de :

témoin : arrosage à l'eau douce (0 g de NaCl/L)

Stress salin : solution saline contenant 3 g de NaCl/L

Pour chaque espèce :

-15 pots ont servi de témoins.

- 35 pots ont été soumis au stress salin

Le traitement a été appliqué deux fois par semaine, à raison de 200 ml par pot .Les témoins ont été arrosés avec la même quantité d'eau douce (non salée).

Le traitement a duré 4 semaines, à partir du stade de 6 à 8 feuilles développées.

L'étude a été menée selon une démarche comparative visant à analyser l'influence d'un stress salin modéré sur deux espèces de basilic, en condition semi-contrôlée.

### **2-1 Induction du stress salin**

Le traitement a consisté en l'application d'une solution saline de NaCl (3 g/L), administrée régulièrement à raison de 200 mL par pot, trois fois par semaine. Ce protocole a été maintenu durant quatre semaines consécutives. Le lot témoin a été arrosé avec de l'eau non salée selon les mêmes modalités. Les conditions climatiques de la serre (température et hygrométrie) ont été suivies quotidiennement, sans ajustements artificiels.

### **2-2 suivie des Paramètres morphologiques**

Tout au long de l'expérimentation, les plants ont été observés pour noter d'éventuels symptômes de stress. Au moment de croissance et dès l'apparition de la partie verte de la plantule , des mesures morphologiques ont été réalisées chaque semaine jusqu'à 4 semaines.

- **Hauteur de la plante (cm)**

La hauteur de la tige a été mesurée en cm à l'aide d'un papier millimètre

- **La longueur de la racine**

La longueur de la racine aussi a été mesurée en cm à l'aide d'un papier millimètre

---

- **Poids frais de la biomasse aérienne (g)**

Après récolte, la partie aérienne (tiges + feuilles) de chaque plant mesuré a été immédiatement pesée à l'aide d'une balance de précision

- **Poids sec de la biomasse aérienne (g)**

Les mêmes échantillons ont été séchés à l'aide de l'air . Après séchage, ils ont été pesés à nouveau. Le rapport entre poids frais et poids sec permet d'estimer la teneur en eau .

- **Calcul de la teneur en eau**

La teneur en eau est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau (\%)} = \frac{(\text{Poids frais} - \text{Poids sec})}{\text{Poids frais}} \times 100$$

**Poids frais**

**Poids frais** : poids de l'échantillon juste après la récolte, avant séchage (en grammes).

**Poids sec** : poids de l'échantillon après séchage complet (en gramme).

Le pourcentage de la matière sèche peut être obtenu à partir de ces résultats.

### **3-Extraction de l'huile essentielle**

Cette opération a été réalisée selon la méthode d'hydrodistillation.

#### **3-1 -Principe**

La technique d'hydrodistillation suit le principe que les constituants volatils des végétaux sont entraînés par la vapeur d'eau. Après condensation par passage dans un réfrigérant, l'huile essentielle et l'eau distillée se séparent par siphonage c'est à dire par différence de densité.



**Figure 4:**Montage d'hydrodistillation ( clevenger)

### **3-2-Mode opératoire**

La préparation de l'échantillon, consiste à découper la partie aérienne (tiges et feuilles). Ceci d'une part, pour faciliter l'introduction de la matière dans le ballon, et d'autre part, pour augmenter la surface de contact avec l'eau en ébullition afin de mieux extraire les composants volatils. La matière sèche est chargée dans le ballon qui ensuite est rempli d'eau jusqu'à sa moitié. L'eau est portée à ébullition et les constituants volatils sont entraînés par cette vapeur. Ce mélange eau – composés se condense dans le réfrigérant et retombe dans l'essencier. Enfin, la vapeur condensée obtenue conduit à une phase organique (huile essentielle) qui est séparée de l'hydrolat par décantation et à laquelle on ajoute du sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) pour éliminer les traces d'eau. Le volume de l'huile essentielle est noté sur l'appareil avant récupération pour le calcul du rendement.

---

#### **4-Calcul du rendement**

Pour mettre en évidence les variations du rendement en huile essentielle, les extractions ont été faites pour les échantillons qui ont subi des concentrations différentes de sel. Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport de volume de l'huile essentielle obtenu et masse de matière sèche.

Le rendement est calculé selon la formule:

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{Poids d'huile essentielle (g)}}{\text{Poids de matière végétale (g)}} \times 100$$

---

# **Résultats et discussion**

## 1-Effet du stress salin sur la croissance en longueur

La tolérance au sel s'exprime souvent à travers l'impact sur la croissance végétative. Les mesures hebdomadaires de la longueur des tiges et des racines des deux variétés de basilic ont permis de quantifier cet effet. Les résultats des longueurs moyennes des tiges et des racines du basilic pourpre et basilic citronnelle été mesurées sur quatre semaines sont montrés dans les tableaux 3 et 4.

**Tableau 01 :** Moyennes des longueurs (cm)des tiges et des racines de la variété –  
Basilic pourpre

Semaine	Tige témoin ( $\pm$ ET)	Racine témoin ( $\pm$ ET)	Tige essai ( $\pm$ ET)	Racine essai ( $\pm$ ET)
Semaine 1	3,25 $\pm$ 0,35	4,75 $\pm$ 1,06	2,25 $\pm$ 0,07	2,75 $\pm$ 1,77
Semaine 2	3,25 $\pm$ 0,35	3,50 $\pm$ 0,71	2,25 $\pm$ 0,35	2,75 $\pm$ 0,35
Semaine 3	5,15 $\pm$ 0,21	4,00 $\pm$ 0,71	4,00 $\pm$ 0,00	2,50 $\pm$ 0,71
Semaine 4	3,50 $\pm$ 0,00	5,50 $\pm$ 0,28	2,50 $\pm$ 0,71	2,00 $\pm$ 0,00

Au cours des quatre semaines d'observation, on constate que le stress salin a eu un effet inhibiteur sur la croissance du basilic pourpre, aussi bien au niveau de la tige que de la racine.

- **Longueur de tige :** Chez les plants témoins, la longueur moyenne de la tige augmente progressivement de 3,25 cm à 5,15 cm entre la semaine 1 et la semaine 3, avant de chuter légèrement à 3,50 cm en semaine 4. En revanche, les plants soumis au stress salin présentent des tiges plus courtes tout au long de l'expérience, avec des valeurs comprises entre 2,25 cm et 4,00 cm. L'écart entre les témoins et les essais s'accroît particulièrement en semaine 3, indiquant un ralentissement notable de la croissance sous salinité.
- **Longueur de racine :** La même tendance est observée pour les racines. Les plants témoins présentent des longueurs moyennes de racine supérieures (allant

---

jusqu'à 5,50 cm en semaine 4) par rapport aux essais (maximum 2,75 cm). L'écart-type élevé chez les essais en semaine 1 ( $\pm 1,77$  cm) témoigne d'une variabilité importante des réponses au stress parmi les individus, probablement liée à une sensibilité différentielle.

le stress salin (3 g/L de NaCl) a significativement réduit la croissance du basilic pourpre, avec des tiges et des racines plus courtes par rapport aux témoins. La variabilité observée au sein des essais suggère également que certains plants peuvent mieux tolérer ce stress que d'autres.

Ces résultats confirment que le stress salin induit un effet sur la croissance morphologique du basilic pourpre, tant au niveau aérien que racinaire se traduisant par la réduction de la taille des deux organes.

Plusieurs études corroborent l'effet inhibiteur du stress salin sur la croissance végétative du basilic. Selon **Hussain et al., (2008)**, l'exposition d'*Ocimum basilicum* à une concentration de NaCl de 3 à 6 g/L a entraîné une réduction marquée de la croissance des tiges et des racines, associée à une perturbation de l'absorption hydrique et des nutriments. Nos résultats sont en accord avec ces observations pour la concentration de 3 g/l .

De même, **Baritoux et al., (1992)** ont rapporté une réduction significative des longueurs des tiges de Basilic soumises au stress salin, attribuée à un déséquilibre osmotique qui limite l'expansion cellulaire. Dans notre étude, cette réduction est observée dès la première semaine et se stabilise légèrement après la deuxième, cela peut être expliquée par une certaine adaptation partielle exprimé par un ralentissement en réponse au stress.

Par ailleurs **Simon et al., (1999)** ont noté que les racines sont souvent plus sensibles que les parties aériennes pour cette espèce, en raison de leur contact direct avec la solution saline. Cela se confirme dans notre cas : les racines ont subi une réduction proportionnellement plus importante que les tiges, ce qui pourrait expliquer une limitation de l'absorption de l'eau et des minéraux, aggravant ainsi l'effet global du stress.

**Carović-Stanko et al., (2010)** ont montré que la réponse au stress salin varie selon les génotypes de basilic, certains cultivars manifestant une tolérance relative. Le basilic pourpre semble ici modérément sensible, car bien que la croissance soit significativement réduite, les plantules ont continué à se développer, suggérant un certain degré de résilience.

**Tableau 2 :** Moyennes des longueurs (cm)des tiges et des racines de la variété Basilic Citronnelle

Semaine	Tige témoin ( $\pm$ ET)	Racine témoin ( $\pm$ ET)	Tige essai ( $\pm$ ET)	Racine essai ( $\pm$ ET)
Semaine 1	2,25 $\pm$ 0,35	4,10 $\pm$ 0,57	1,25 $\pm$ 0,35	3,00 $\pm$ 0,71
Semaine 2	3,25 $\pm$ 0,35	5,00 $\pm$ 0,00	2,50 $\pm$ 0,00	3,85 $\pm$ 0,21
Semaine 3	3,00 $\pm$ 0,00	5,00 $\pm$ 0,00	2,50 $\pm$ 0,00	3,85 $\pm$ 0,21
Semaine 4	3,00 $\pm$ 0,00	4,75 $\pm$ 1,06	2,00 $\pm$ 0,71	4,00 $\pm$ 1,41

Les résultats montrent également une réduction de la croissance chez le basilic citronnelle sous stress salin, mais les effets semblent légèrement moins marqués que chez le basilic pourpre.

- **Longueur de tige :** Les tiges des plants témoins conservent une croissance stable (autour de 3,00–3,25 cm), alors que celles des essais sont plus courtes, variant de 1,25 cm en semaine 1 à 2,50 cm en semaine 3. Une reprise légère est notée en semaine 4 avec une moyenne de 2,00 cm. L'écart-type est nul ou faible à partir de la semaine 2, ce qui indique une réponse homogène des plants traités au stress.
- **Longueur de racine :** Les racines témoins affichent des valeurs constantes (5,00 cm) les semaines 2 et 3, avec une légère baisse en semaine 4 (4,75 cm). Chez les essais, les racines sont plus courtes (3,00–4,00 cm), mais la différence avec les témoins est moins marquée que chez le basilic pourpre. On observe une hausse de la variabilité en semaine 4 (écart-type de  $\pm$ 1,41 cm), traduisant une sensibilité différenciée parmi les individus.

Dans l'ensemble, le basilic citronnelle montre une certaine tolérance au stress salin, avec des réductions de croissance plus modérées, notamment au niveau des racines. Ces résultats pourraient indiquer une meilleure capacité d'adaptation de cette variété par rapport au basilic pourpre.

Ces résultats sont cohérents avec ceux rapportés dans la littérature sur la sensibilité du basilic aux stress salins. Selon **Grieve et Suarez (1997)**, les espèces aromatiques

comme le basilic manifestent une réduction marquée de la croissance sous stress salin, liée à la perturbation des mécanismes d'absorption de l'eau et des nutriments, notamment du potassium et du calcium.

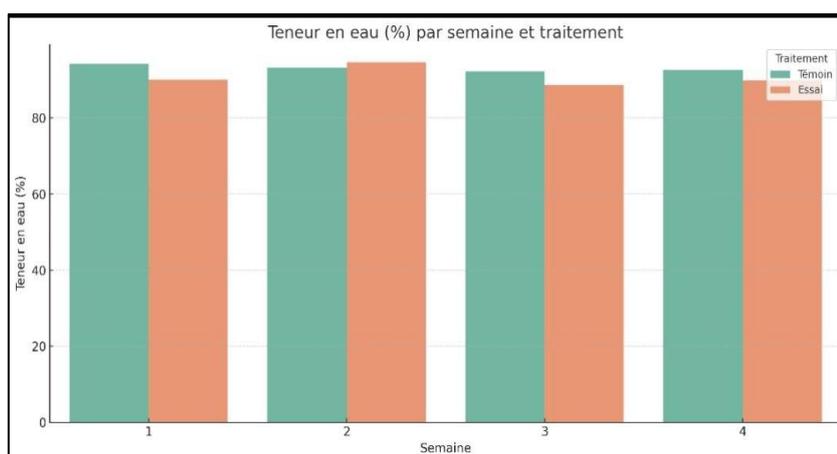
La réduction observée ici au niveau des tiges et des racines rejoint les observations de **Mondal et al. (2009)**, qui ont signalé que le stress salin diminue l'élongation cellulaire en raison du déséquilibre osmotique et de l'accumulation de  $\text{Na}^+$  dans les tissus.

Cependant, en comparant avec la variété pourpre, le basilic citronnelle semble légèrement moins affecté, notamment au niveau racinaire. Cette observation peut être reliée aux conclusions de **Carović-Stanko et al. (2010)**, qui ont étudié plusieurs cultivars de basilic et ont montré que la tolérance au sel varie considérablement selon les génotypes, certains maintenant une croissance racinaire stable malgré des concentrations modérées en NaCl.

## 2- Effet sur la teneur en eau

La teneur en eau (%) des tissus végétaux a été mesurée chaque semaine pendant l'expérimentation. Les résultats sont illustrés dans la Figure 6.

la figure 6 montre l'évolution de la teneur en eau (%) des plants de basilic (toutes variétés confondues ou moyenne des deux, selon le contexte) des témoins (en vert) et des essais (en orange), durant quatre semaines.



**Figure 5:** Teneur en eau(%) des plants témoins et essais en fonction de temps par semaine

- 
- **Semaine 1** : La teneur en eau des témoins est légèrement supérieure à celle des plants stressés ( $\approx 92\%$  vs  $\approx 89\%$ ), soit une réduction d'environ **3 %** sous stress salin.
  - **Semaine 2** : les plants stressés présentent une légère augmentation de leur teneur en eau par rapport aux témoins ( $\approx 93\%$  vs  $\approx 91\%$ ). Cela pourrait indiquer une réaction adaptative transitoire.
  - **Semaine 3** : On observe une baisse de la teneur en eau chez les plants stressés ( $\approx 89\%$ ) comparée aux témoins ( $\approx 91\%$ ), soit une différence d'environ 2 %.
  - **Semaine 4** : Les deux groupes retrouvent des valeurs proches, mais les témoins conservent une légère supériorité ( $\approx 91\%$  contre  $\approx 90\%$ ).

La teneur en eau des plants soumis au stress salin est globalement inférieure à celle des témoins, sauf en semaine 2 où une hausse transitoire est observée.

Les variations de la teneur en eau observées indiquent une réponse physiologique différenciée au stress salin appliqué à 3 g/L de NaCl.

La légère baisse de la teneur en eau chez les plants soumis au NaCl dès la première semaine peut être expliquée par un effet osmotique immédiat. Le sel présent dans le substrat réduit la disponibilité de l'eau pour les racines, entraînant une diminution de l'absorption hydrique (**Munns et Tester, 2008**).

Cependant, la hausse de la teneur en eau en semaine 2 chez les plants stressés pourrait refléter un mécanisme de compensation ou d'adaptation temporaire, comme la synthèse d'osmolytes (ex. proline, glycine bêtaïne) permettant de maintenir le potentiel hydrique interne (**Ashrafet Foolad, 2007**).

En semaine 3, la teneur en eau diminue à nouveau chez les plants des essais. Ce retour à la baisse pourrait résulter d'un épuisement des capacités d'adaptation face à un stress prolongé. En semaine 4, l'écart se réduit, suggérant que les plantes ont atteint un état d'équilibre physiologique, mais toujours à un niveau inférieur à celui des témoins.

Ces observations concordent avec les travaux de **Carović-Stanko et al. (2010)** et **Barhoumi et al., (2007)**, qui ont montré que la salinité affecte la rétention d'eau des plantes aromatiques, particulièrement via la perturbation de la turgescence cellulaire et l'augmentation de la transpiration.

Enfin, la faible amplitude des variations (1 à 3 %) suggère une résilience relative des deux variétés étudiées à un stress salin, tout en montrant que l'effet existe bel et bien, même s'il est variable selon le temps (en semaine).

### 3-Effet du stress salin sur le rendement de l'huile essentielle

L'huile essentielle obtenue des plantes stressées et des plantes témoins est de couleur verte avec une odeur prononcée.

-Afin de quantifier l'effet du stress salin sur la biosynthèse des huiles essentielles, trois extractions indépendantes ( $n = 3$ ) ont été réalisées pour chaque condition expérimentale (témoin et essai) chez les deux variétés de basilic, *Ocimum basilicum* var. citriodorum (basilic citronnelle) et *Ocimum basilicum* var. purpurascens (basilic pourpre).

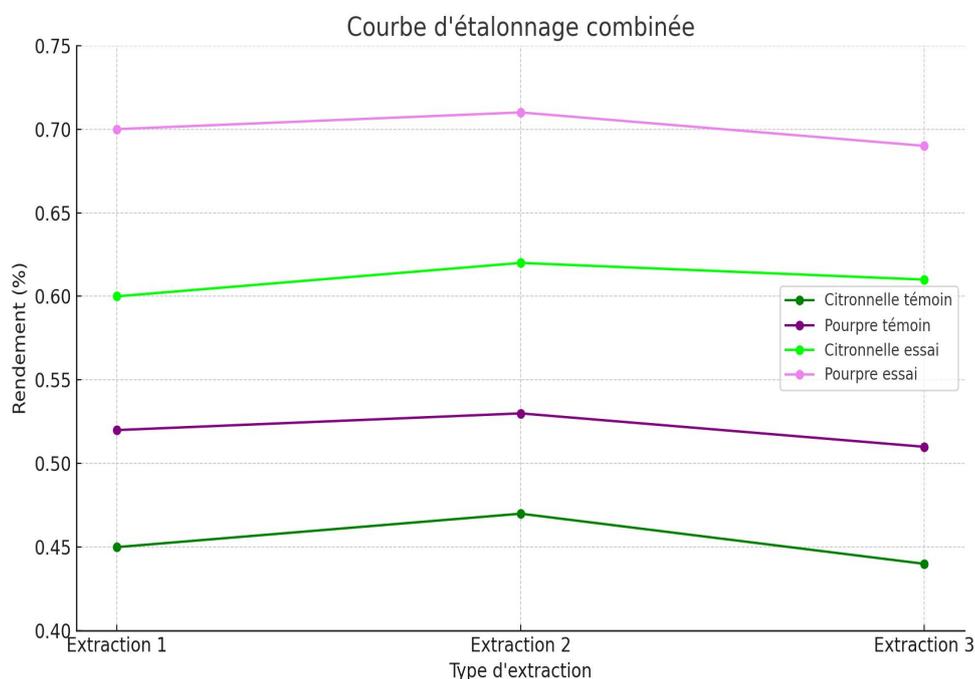
Les résultats moyens sont présentés dans le tableau ci-dessous:

**Tableau 3:** Rendement de l'huile essentielle (%) selon les conditions et les répétitions

Type d'échantillon	Rendement extraction 1 (%)	Rendement extraction 2 (%)	Rendement extraction 3 (%)	Moyenne du rendement (%)	Écart-type
Basilic citronnelle (témoin)	0,45	0,47	0,44	0,45	0,015
Basilic citronnelle (essai)	0,60	0,62	0,61	0,61	0,010
Basilic pourpre (témoin)	0,52	0,53	0,51	0,52	0,010
Basilic pourpre (essai)	0,70	0,71	0,69	0,70	0,010

Les résultats montrent que le stress salin à 3 g/L de NaCl a entraîné une augmentation significative du rendement en huile essentielle pour les deux variétés de basilic, avec une faible variation entre les répétitions (écarts-types  $\leq \pm 0,015$ ). Le basilic citronnelle est passé de  $0,45 \pm 0,015$  % (témoin) à  $0,61 \pm 0,010$  % (traité), soit une hausse de 35,5 %, tandis que le basilic pourpre est passé de  $0,52 \pm 0,010$  % à  $0,70 \pm 0,010$  %, avec une augmentation de 34,6 %. Cette amélioration du rendement, accompagnée d'une bonne homogénéité des données, pourrait s'expliquer par une réaction adaptative des

plantes soumises au stress, entraînant une stimulation des voies métaboliques responsables de la synthèse des composés volatils.



**Figure 6:** Évolution du rendement en huiles essentielles (%) chez les témoins et les essais de basilic pourpre et citronnelle selon trois extractions.

Les résultats obtenus montrent que le stress salin appliqué à 3 g/L de NaCl a eu un effet positif sur le rendement en huile essentielle pour les deux variétés étudiées. Cette observation peut paraître paradoxale, car la salinité est souvent associée à une réduction de la croissance, comme observé dans les longueurs des tiges et racines. Toutefois, plusieurs travaux montrent qu'un stress modéré peut stimuler la biosynthèse des métabolites secondaires, dont font partie les huiles essentielles.

Selon **Bettaieb et al. (2009)** et **Hussain et al. (2008)**, le stress abiotique, comme la salinité, entraîne une accumulation de composés volatils chez certaines plantes aromatiques. Cela s'explique par une augmentation de l'activité enzymatique dans les voies métaboliques du mévalonate et du méthylérythritol phosphate (MEP), responsables de la synthèse des terpènes, principaux constituants des huiles essentielles.

---

De plus, **Baritaux et al. (2010)** ont rapporté que le stress salin provoque une production accrue d'antioxydants, souvent corrélée à une augmentation qualitative et quantitative des huiles essentielles.

Nos résultats confirment donc que le basilic, en particulier dans ses variétés citronnelle et pourpre, répond à un stress modéré en NaCl par une stimulation de la production d'huile, ce qui en fait des candidats intéressants pour une culture en conditions légèrement salines.

---

# Conclusion

---

Le présent travail a permis d'évaluer l'impact d'un stress salin modéré (3 g/L de NaCl) sur deux variétés de basilic : le basilic pourpre (*Ocimum basilicum* var. *purpurascens*) et le basilic citronnelle (*Ocimum basilicum* var. *citriodorum*). Les résultats obtenus ont mis en évidence une sensibilité morphologique au stress salin, marquée par une réduction de la longueur des tiges et des racines, ainsi qu'une diminution de la teneur en eau, traduisant une perturbation du métabolisme hydrique des plantes.

Cependant, malgré ces effets négatifs sur la croissance, une augmentation du rendement en huiles essentielles a été observée, en particulier chez le basilic citronnelle. Cette réponse suggère une activation du métabolisme secondaire sous stress salin, possiblement en lien avec un mécanisme de défense adaptatif.

Ainsi, le basilic citronnelle semble présenter une meilleure tolérance à la salinité en termes de production d'huiles essentielles, ce qui pourrait en faire une variété prometteuse pour les cultures en zones à sols salins. Ces résultats ouvrent la voie à des recherches plus approfondies sur les mécanismes biochimiques impliqués et à une valorisation agronomique des géotypes tolérants dans des conditions édaphiques contraignantes.

---

# **Références bibliographiques**

- 
1. **Abbas, S. J., Ahmad, M., et Naz, M. (2013).** Effects of salinity on growth and ion accumulation in two maize (*Zea mays* L.) cultivars. *Pakistani Journal of Botany*, 45(5), 1435–1440.
  2. **Akinmoladun, I. A., Ibukun, E. O., Afor, E., Obuotor, E. M., et Farombi, E. O. (2014).** Phytochemical constituent and antioxidant activity of extracts from *Ocimum basilicum* leaves. *Food Chemistry*, 117(4), 725–733.
  3. **Alem, F., Hidayat, A., et Murad, A. (2002).** Effects of NaCl-induced salinity on germination and seedling growth of white clover (*Trifolium repens* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5(9), 1004–1006.
  4. **Allane, S. (2022).** Physiological and biochemical responses of aromatic plants to salt stress. *Journal of Plant Stress Physiology*, 17(2), 85–97.
  5. **Ashraf, M., et Foolad, M. R. (2007).** Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 206–216.
  6. **Auguste, C. H. (1900).** *Traitement des plantes aromatiques* (pp. 1–250). Imprimerie nationale.
  7. **Bahar, N., Sharma, P., et Agarwal, A. (2015).** Essential oil composition and antioxidant activity of different *Ocimum* species from India. *Journal of Essential Oil Research*, 27(2), 108–113.
  8. **Barhoumi, Z., Djebali, W., Smaoui, A., Chaïbi, W., Abdely, C., et Ksouri, R. (2007).** Salt impact on photosynthesis and essential oil composition of sweet basil (*Ocimum basilicum*). *Acta Physiologiae Plantarum*, 29, 375–379.
  9. **Baritoux, O., Elkahoui, S., Bessière, J.-M., et Chulia, A.-J. (1992).** Essential oil composition of aromatic plants from Mediterranean regions. *Flavour and Fragrance Journal*, 7(2), 123–130.
  10. **Ben Rejeb, K., et Savouré, A. (2012).** Osmoprotectants and salinity tolerance: the role of proline and glycine betaine. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34(4), 941–948.
  11. **Bettaieb, I., Boussaid, M., et Ksouri, R. (2011).** Impact of salinity on essential oil yield and composition of *Thymus capitatus*. *Industrial Crops and Products*, 34(2), 1327–1333.
  12. **Carović-Stanko, K., Orlić, S., Politeo, O., Strikić, F., Kolak, I., Milos, M., et Satovic, Z. (2010).** Composition and antibacterial activities of essential oils of seven *Ocimum* taxa. *Food Chemistry*, 119(1), 196–201.

- 
13. **Carović-Stanko, K., Satovic, Z., Milos, M., Liber, Z., et Ivic, N. (2010).** Diversity of essential oil composition of *Ocimum basilicum* L. genotypes. *Chemistry and Biodiversity*, 7(10), 2491–2503.
  14. **Elshafie, H. S., Nazzaro, F., Fratianni, F., Signorelli, M., et Ferracane, R. (2015).** Antimicrobial activity of *Ocimum basilicum* essential oil against phytopathogens. *Journal of Applied Microbiology*, 118(4), 654–663.
  15. **FAO. (2021).** *Global Map of Salt-Affected Soils*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
  16. **Flowers, T. J., et Colmer, T. D. (2008).** Salinity tolerance in halophytes. *New Phytologist*, 179(4), 945–963.
  17. **George, B. (1834).** *Monograph of the genus Ocimum*. London Botanical Journal, 12, 45–78.
  18. **Gill, S. S., et Tuteja, N. (2010).** Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(12), 909–930.
  19. **Grattan, S. R., et Grieve, C. M. (1999).** Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In M. Pessarakli (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress* (2nd ed., pp. 203–229). Marcel Dekker.
  20. **Grayer, R. J., Hili, P., et Nicholson, A. N. (1996).** Antimicrobial activity of some *Ocimum* species essential oils. *Phytotherapy Research*, 10(2), 161–164.
  21. **Hajlaoui, H., Valdés, B., Gómez-Caravaca, A. M., Fernández-Gutiérrez, A., et Segura-Carretero, A. (2007).** Screening of twenty-one Tunisian aromatic plants for their antioxidant potential and phenolic content. *Food Chemistry*, 103(4), 1492–1498.
  22. **Hussain, A. I., Anwar, F., Sherazi, S. T. H., et Przybylski, R. (2008).** Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil from spices of Pakistan. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 11(1), 1–10.
  23. **James, R. A., et Läuchli, A. (2006).** Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, 57(5), 1025–1043.
  24. **Jaleel, C. A., Gopi, R., Alagu, M., et Panneerselvam, R. (2009).** Antioxidant status and proline metabolism in two varieties of *Catharanthus roseus* under salinity stress. *Tahoe Journal of Plant Physiology*, 16(3), 153–160.
  25. **João, D. L. (1790).** *Herbarium of Medicinal Plants*. Lisbon: Royal Press.

- 
26. **Khan, M. I. R., et Nazar, R. (2007).** Osmolyte accumulation and antioxidative defence system during salt stress in two cultivars of wheat. *Journal of Plant Physiology*, 164(10), 1282–1287.
  27. **Khan, S., et Khan, S. (2013).** Salt tolerance mechanisms in aromatic plants: a review. *Journal of Essential Oil Research*, 25(5), 476–482.
  28. **Koca, M., Ozdemir, F., et Yildirim, B. (2007).** Influence of salinity on chlorophyll content and Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ratio in lentil (*Lens culinaris*). *Journal of Plant Nutrition*, 30(2), 239–249.
  29. **Kuznetsov, V. V. (2007).** Reactive oxygen species and antioxidant mechanisms in plant tolerance to abiotic stress. *Russian Journal of Plant Physiology*, 54(4), 539–543.
  30. **Liang, X., Zhang, L., et Niu, L. (2020).** Effect of salt stress on essential oil composition and antioxidant activity of basil. *Industrial Crops and Products*, 150, 112–202.
  31. **Mondal, S., Telangre, R., et Sankar, S. (2009).** Genetic diversity and essential oil content in *Ocimum* species. *Industrial Crops and Products*, 29(3), 423–430.
  32. **Munns, R., et Tester, M. (2008).** Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651–681.
  33. **Neal, M. S., et Taylor, T. T. (1968).** Water relations and salt response in barley. *Crop Science*, 8(4), 605–610.
  34. **Newbold, T. B., Jones, A. M., et Calhoun, D. E. (2015).** Salinity effects on essential oil yield of oregano. *Horticultural Science*, 50(10), 1431–1435.
  35. **Nzabri, M., Salah, I., Ben Slimene, I., et Marzouk, B. (2020).** Salinity effects on yield and essential oil composition of *Thymus vulgaris*. *Industrial Crops and Products*, 154, 112675.
  36. **Oster, J. D. (2004).** Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. *Science of the Total Environment*, 323(1–3), 1–19.
  37. **Pandey, A., Patel, P., et Singh, S. (2009).** Effect of salt stress on growth and essential oil yield in *Ocimum tenuiflorum*. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 18(2), 205–209.
  38. **Parida, A. K., et Das, A. B. (2005).** Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(3), 324–349.

- 
39. **Paton, A. J., Harley, R. M., et Harley, M. M. (1999).** *Ocimum*: an overview of classification and relationships within the genus. *Kew Bulletin*, 54(2), 272–292
  40. **Qadir, M., Quill rou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., Thomas, R. J., ...et Noble, A. D. (2018).** Economics of salt-affected land restoration. *Science of the Total Environment*, 625, 385–396.
  41. **Ragone, D. E. (2006).** A guide to *Ocimum* species in the tropics. *Tropical Plant Research*, 3(1), 1–12.
  42. **Ramezani, M., Rahbardar, M. G., et Hosseinzadeh, H. (2009).** Effect of salinity stress on essential oil yield and composition of basil. *Research Journal of Biological Sciences*, 4(10), 1151–1155.
  43. **Rasul, I., Jan, S. U., Saeed, M., et Sultana, S. (2017).** Essential oil yield and composition of basil cultivars grown under varying environmental conditions. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(7), 134–140.
  44. **Rengasamy, P. (2010).** Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Functional Plant Biology*, 37(7), 613–620.
  45. **Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., et Lei, O. U. (2000).** Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459), 1770–1774.
  46. **Santos, R. F. (2004).** Salinity effects on essential oil content in basil. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 6(2), 75–80.
  47. **Schubert, S., Ghafoor, A., et Murtaza, G. (2008).** Economics of salt-induced land degradation and restoration. *Natural Resources Forum*, 32(4), 282–295.
  48. **Shahbaz, M., et Ashraf, M. (2011).** Alleviation of salt-induced adverse effects by jasmonic acid in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 197(3), 172–180.
  49. **Simon, J. E., Morales, M. R., Phippen, W. B., Vieira, R. F., et Hao, Z. (1999).** Basil: A source of aroma compounds and a popular culinary and ornamental herb. In J. Janick (Ed.), *Perspectives on new crops and new uses* (pp. 499–505). ASHS Press.
  50. **Suppakul, P., Sonneveld, K., Zijlstra, G., et van Beuningen, G. M. (2003).** Antimicrobial properties of basil oil. *International Journal of Food Microbiology*, 82(1), 13–28.
  51. **Tarchoune, I., Romero, A., et Maamri, A. (2013).** Salinity effects on essential oil composition of *Rosmarinus officinalis* grown in arid conditions. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16(5), 749–757.

- 
52. **Yang, Y., et Yeo, A. R. (1995).** Multiple salt tolerance mechanisms in halophytes. *Plant, Cell and Environment*, 18(4), 485–494.
53. **Zandalinas, S. I., Mittler, R., Balfagón, D., Arbona, V., et Gómez-Cadenas, A. (2018).** Plant adaptations to the combination of drought and high temperature stress. *Plant Physiology*, 12(1), 344–354.
54. **Zheljazkov, V. D., Callahan, A., et Cantrell, C. L. (2008).** Yield and oil composition of 38 *basil* (*Ocimum basilicum* L.) accessions grown in Mississippi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(1), 241–245.

Site web :

<https://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/detail/en/c/1372463/>  
<https://www.inrae.fr/actualites/stress-salin-plantes>  
<https://www.fsaa.ulaval.ca/recherche/huiles-essentielles-agriculture>  
<https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=OCBA>  
<https://www.who.int/health-topics/traditional-complementary-and-integrative-medicine>



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIES ET AGRO-ECOLOGIE

**Mémoire**

de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de master académique en

Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie et Valorisation des Plantes

**Effet du stress salin sur la croissance et le  
rendement des huiles essentielles de deux  
espèces de Basilic**

**Réalisé par :**

Bouaissaoui Aya

Khermouche Hind

**Devant le jury :**

Mme Moumene S	Pr	USDB	Présidente
Mme Degui N	MCB	USDB	Examinatrice
Mme Ghanai R	MCB	USDB	Promotrice

Année universitaire 2024/2025

Avis favorable  
Mme DEGUI N