

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département de Biotechnologie



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en science de la nature et de la vie

Spécialité : Agro -Environnement et Bio indicateur

THEME

**Effet du stress salin sur la croissance et le rendement en huile essentielle
d'une plante aromatique, *Salvia officinalis***

Présentée par :

HADJIMI sara

SADOUKI maroua

Devant le jury composé de :

Présidente	Mme Amedjkouh. H	M. C. B	U.S.D.B.1
Examinatrice	Mme Radi. W.	M. A. A	U.S.D.B.1
Promotrice	Mme Ghanai. R	M. C. B	U.S.D.B.1

2022 /2023

Résumé

Salvia officinalis est une espèce d'origine méditerranéenne. Elle a un intérêt médicinal et en cosmétologie. Ces caractéristiques morphologiques lui permettent de s'adapter aux conditions climatiques arides. Le but de notre travail est d'étudier l'effet du stress salin sur la croissance et sur le rendement en huile essentielle chez cette espèce. Des individus de *Salvia officinalis* ont été soumis à un stress salin; la concentration en sel de l'eau d'arrosage est de 3g/l. La croissance linéaire de l'ensemble des individus de l'essai et du témoin est obtenue par mesure de l'allongement de la racine et de la tige au cours du stress. D'après les résultats obtenus la tolérance de l'espèce au stress salin se manifeste par une augmentation de la croissance en longueur des parties souterraines et une réduction de la taille de la tige. L'extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation a permis d'obtenir un rendement de 0,341 % pour le témoin et de 0,384 % pour les individus stressés. Selon ce résultat il semble que le rendement en huile essentielle augmente légèrement sous l'effet du stress salin à 3g/l pour l'espèce étudiée

Mots clés : *Salvia officinalis*, stress salin, huile essentielle, rendement

Summary

Salvia officinalis is a plant of Mediterranean origin. She has medical and cosmetology interest. These morphological characteristics enable it to adapt to arid climatic conditions. The aim of our work is to study the effect of salt stress on growth and essential oil yield in this species. Individuals of *Salvia officinalis* were subjected to salt stress; the salt concentration of the irrigation water is 3g/l. The linear growth of all the individuals in the test and the control is obtained; the tolerance of the species to salt stress is manifested by an increase in the growth in length of the underground parts and a reduction in the size of the stem. The extraction of the essential oils by hydrodistillation made it possible to obtain a yield of 0,341% for the witness and of 0,384% for the stressed individuals, which makes it possible to distinguish that salt stress increases the yield of essential oil.

Keyword: *Salvia officinalis*, salt stress, essential oil.

ملخص

نبات من أصل متوسطي، لديها اهتمام بالطب و التجميل، خصائصه المورفولوجية تمكنه من التكيف مع الظروف المناخية الجافة، الهدف من عملنا هو دراسة تأثير إجهاد الملح على النمو و محصول الزيت الأساسي لهذا النوع، تعرضت أفراد لضغط الملح ، تركيز الملح 3 غ/ل . يتم الحصول على النمو الخطي لجميع الأفراد في التجربة و أخذ قياس استطالة الجذر و الساق أثناء الإجهاد. وفقا للنتائج المتحصل عليها ، يتجلى تحمل هذا النوع للإجهاد الملحي من خلال زيادة النمو في طول الجذور و تقليل حجم الساق. أتاح استخراج الزيت العطري بالتقطير المائي الحصول على عائد 0,341 % للشاهد و 0,384 % للأفراد المجهدين، مما بين لنا أن إجهاد الملح يزيد من محصول الزيت العطري.

الكلمات المفتاحية إجهاد الملح، زيت عطري



Dédicace

A l'aide de dieu tout puissant, qui ma tracée le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

A la lumière de mes yeux, et le bonheur de ma vie ma mère.

A la chose la plus précieuse que j'ai mon père.

A mes chers frères : Ishak et Billel.

♥ **Hadjimi Sara** ♥

Dédicace

Je dédie ce travail :

A ma chère mère la lumière de mes yeux, qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite.

A mon cher père, pour ses encouragements, son soutien, surtout pour son amour et son sacrifice.

A mon frère Wassim qui m'a donné la force dans ma vie.

A mes sœurs Nihel et Naila qui me donne l'amour

A toute ma famille et toutes mes amis surtout Safaa, Chaima, Ahlem

En fin je remercie mon binôme

♥ **Sadouki Maroua** ♥

A ma promotrice Mme. Ghanai R, pour son soutien, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet



Remerciement

Avant tout, nous tenons à remercier **Allah** le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la patience et la chance de réaliser ce modeste travail et arriver à ce stade- là

Ont exprimé d'abord nos profonds remerciements à notre promotrice Mme. Ghanai. R maitre de conférence classe B à l'université de Saad dahlab Blida pour son aide précieuse et ses conseils qui ont été d'une grande importance tout au long de ce travail

Nous adressons nos sincères remerciements à Mme Amedjkouh. H maitre de conférence classe B à (U. S. D. B) qui a bien voulu présider ce jurys

Nous remercions également Mme Radi. W maitre de conférence de classe A à (U. S. D. B) pour accepter d'examiner ce travail

Nous tenons à remercier tous les enseignants du département de Biotechnologie et Agroécologie spécialement et de la faculté des sciences de la nature et de la vie généralement qui nous ont formées durant nos Cinq années et dont leur enseignement est resté précieux tout au long de notre cursus universitaire

Liste des figures

Figure 01 : Morphologie de la tige de <i>Salvia officinalis</i>	13
Figure 02 : Feuilles de <i>Salvia officinalis</i>	13
Figure 03 : Fleurs de <i>Salvia officinalis</i>	14
Figure 04 : Les graines de sauge.....	14
Figure 05 :Graine de sauge.....	17
Figure 06 : Température à la cour de prélèvement.....	18
Figure 07 : Première semaine de prélèvement.....	18
Figure 08 : Dernière semaine de prélèvement.....	19
Figure 09 : Différents étapes de travailles	19
Figure 10 : Différents étapes de travailles.....	20
Figure 11 :Effet de salinité sur la longueur des tiges.....	21
Figure 12 : Effet de salinité sur la longueur des racines	22
Figure 13 : Effet de NaCl sur le rendement de l'huile essentiel.....	23
Figure 14 : Appareil d'hydrodistillation (Clevenger)	ANNEXE

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Classification phylogénétique APG III.....	12
Tableau 02 : Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> ...	15
Tableau 03 : Application du stress.....	17
Tableau 04 : Les valeurs de la mesure des parties aériennes et souterraine.....	ANNEXE

Sommaire

Résumé

Listes des figures

Liste des tableaux

Introduction

Partie bibliographique

CHAPITRE 1 : Le stress salin

1_ Notion du stress.....	3
2_ Le stress salin et la salinisation.....	3
2_1 Effet de salinité sur la plante.....	4
2_1_1 Effet de salinité sur la croissance.....	4
2_1_2 Effet de salinité sur la photosynthèse et les pigments photosynthétiques...4	
2_1_3 Effet de salinité sur les métabolites primaires.....	5
2-1-4 Effet de salinité sur	
2-2 Résistance à la salinité.....	5
2-3 les différents types de plante vis à vis de la sensibilité à la salinité	

CHAPITRE 2 : Les huiles essentielles

2-1- Définition	7
2-1-1- Répartition et localisation.....	7
2-2- Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles.....	7
2-3- Domaines d'utilisation des huiles essentielles.....	8
2-4- Facteurs influençant la qualité des huiles essentielles.....	8
2-5- Composition chimiques des huiles essentielles.....	8

2-6-Extractions des huiles essentielles.....	9
2-7- La toxicité des huiles essentielles.....	11
2-9- conservation des huiles essentielles.....	11

CHARITRE 3 : Présentation de l'espèce

3- Généralité	12
3-3 Caractéristique botanique.....	12
3-3-1 Systématique de l'espèce.....	12
3-3-2 Description morphologique.....	13
3-4 Composition chimique.....	15
3-5 Usages.....	15
3-6 Toxicité.....	16

Partie expérimentale

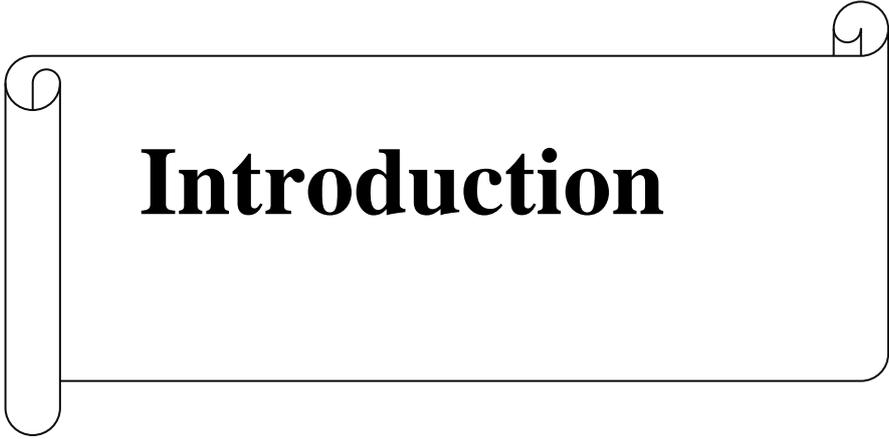
CHAPITRE 1 : Matériel et méthode

1-Matériel.....	17
2- Méthode d'étude	17
2-1-Traitements des plantes par le NaCl.....	17
2-2- Paramètres mesurés.....	18
2-2-1- Paramètres morphologiques	18
2-3- Extraction des huiles essentielles.....	19

CHAPITRE 2 : Résultat et discussion

1- Les paramètres étudiés.....	21
2-1- Paramètres morphologiques.....	21
2-2-Rendement en huile essentielle	23
3-Conclusion.....	25
4-Références bibliographiques	

Annexes



Introduction

Introduction

L'eau est une ressource indispensable pour les végétaux. Sa présence est une condition incontournable pour que toutes les plantes puissent se développer et assurer ses fonctions physiologiques vitales (Calu, 2006).

La salinité des sols et des eaux est l'un des principaux stress abiotiques limitant la croissance des plantes cultivées (Tandji et al., 1990 ; Abdelly et al., 2008 ; Jabnune, 2008).

Les plantes présentes sur des surfaces salées vont se retrouver exposées à un stress salin important.

Les entrées en contact direct avec les végétaux passent dans les tissus et perturbent le métabolisme. L'apport de sel dans le sol en modifie la structure, qui devient plus compacte. Les ions sodium et chlorures dissous dans le sol aboutissent dans la végétation par voie indirecte. Ils sont absorbés par les racines et dérèglent l'équilibre nutritif. Cela produit en outre un stress hydrique, et surtout cela dérègle le métabolisme et détruit des structures cellulaires

Selon Scheng et al., (2008), sur 1,5 milliard d'hectares de terre cultivée dans le monde, environ 77 millions d'hectares (5%) sont affectés par la teneur excessive en sel (Sheng et al., 2008). L'Algérie, dont une grande partie des régions se caractérise par un climat aride et semi aride est touché par la salinité. Par conséquent, la croissance et le rendement de nombreuses espèces végétales sont affectés par cette contrainte abiotique. En effet, les dégâts causés par le stress salin se manifestent communément par des modifications sur le plan morphologique et physiologique de la plantes.

La réponse au sel des espèces végétales, dépend de l'espèce elle même, de la concentration en sel et du stade de développement de la plante. Les réponses des plantes au stress salin est étudié par l'usage des approches anatomiques, écologiques, physiologiques et moléculaires (Tal, 1984 ; Wang et al, 1997).

Les limiacées est l'une des familles de plantes à fleurs les plus grandes et les plus distinctives, avec environ 258 genres et près de 6900 espèces dans le monde (Naghbi et al., 2005). Beaucoup de Lamiacées sont utilisées en pharmacie et en parfumerie pour leurs essences telles que : Hyspose, Lavande, Mélisse et *Salvia officinalis* (Dupont et Guignard, 2015).

L'Algérie présente une richesse floristique importante. Sa flore est estimée a 3994, le nombre de taxons endémiques est de 464 (387 espèces, 53 sous-espèces et 24 variétés), soit 11,61 % des plantes vasculaires algériennes (Radford E et al, 2011). *Salvia* est une plante annuelle et bisannuelle d'origine méditerranéenne de la famille des labiées (Labiacées) (Djerroumi et Nacef, 2004). Il existe environ 900 espèces identifiées dans le monde. En Algérie les espèces qui ont été déterminées sont dans l'ordre d'une trentaine (Maksimovic et al., 2007).

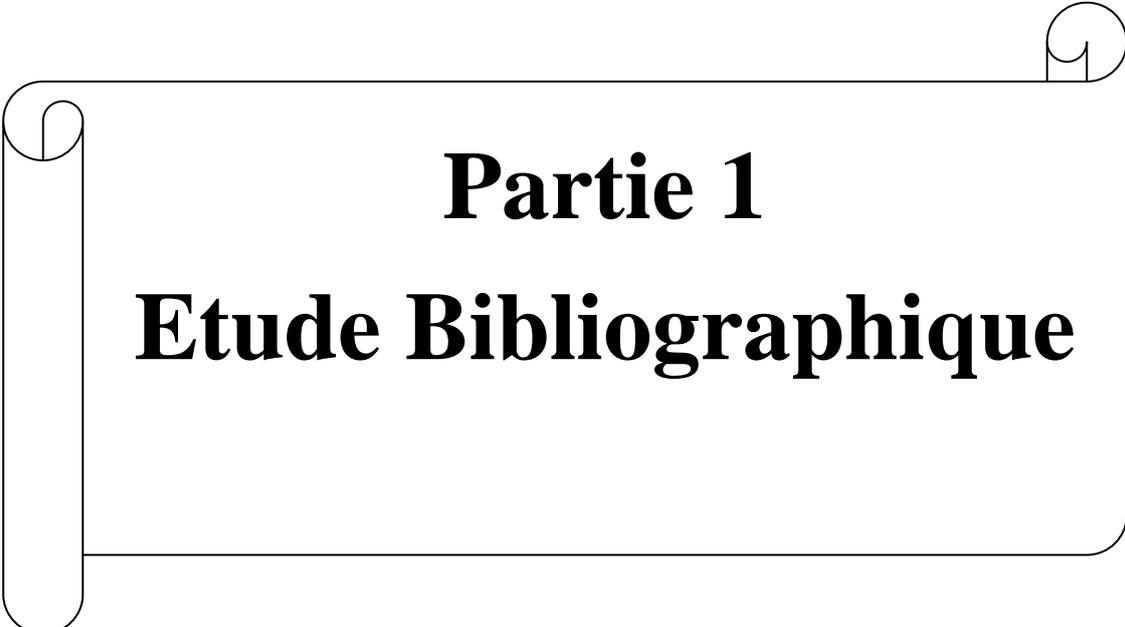
La sauge est aussi largement cultivée pour produire une huile essentielle. Les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition,

Introduction

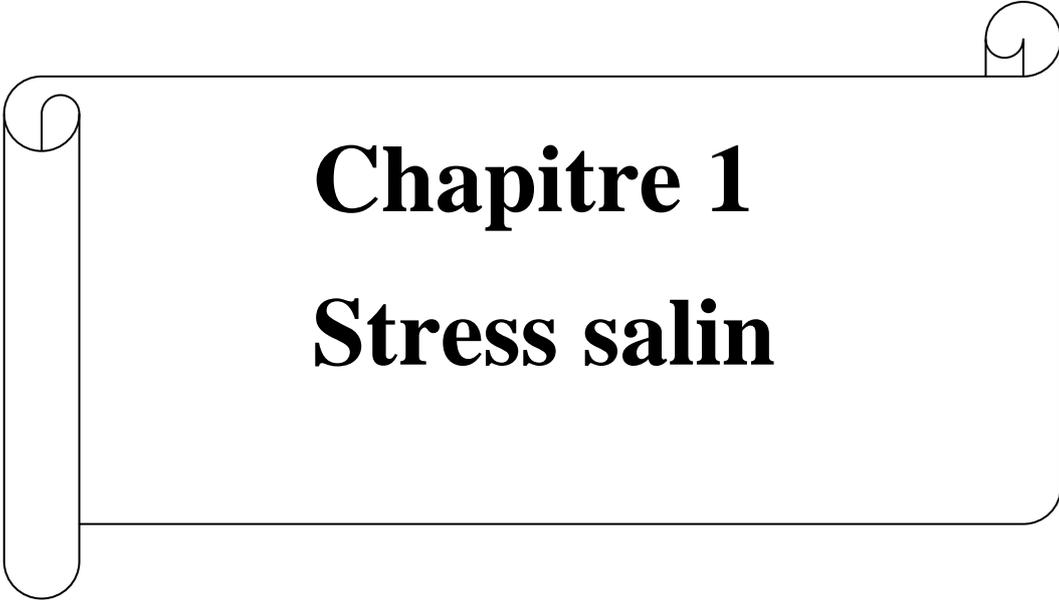
qu'au plan du rendement. Cette variabilité peut s'expliquer par des facteurs intrinsèques et des facteurs extrinsèques. Les conditions externes soit géographiques (latitude, altitude), climatiques (ensoleillement ou photopériodisme, température, pluviométrie) ou édaphiques (nature du sol) ont un effet sur la composition des essences (Olle et Bender, 2010).

Notre travail a pour but d'étudier l'effet du stress salin sur la croissance et le rendement en huile essentielle de la sauge, *Salvia officinalis*.

L'objectif de ce travail consiste à évaluer le rendement en huile essentielle de *Salvia officinalis* vis-à-vis de stress salin. Le suivi de la croissance linéaire de la racine et de la tige permet d'expliquer la tolérance de la plante par les variations morphologiques



Partie 1
Etude Bibliographique



Chapitre 1
Stress salin

1-Notion du stress

On appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. Par ailleurs, la réponse végétal dépend, entre autre, de ces paramètres environnementaux ; (le type de contrainte, son intensité et sa durée) et génétique (espèce génotypes) (Hopkins, 2003)

Selon Dutuit et al, (1994), le stress est le dysfonctionnement (rupture d'un équilibre fonctionnel) produit dans un organisme ou dans un système vivant

On distingue deux grandes catégories de stress dans la nature :

- Biotique : imposé par d'autres organismes
- Abiotique : provoqué par un défaut ou excès de l'environnement physicochimique comme la sécheresse, les températures extrêmes, la salinité...

1- Le stress salin et la salinisation

Le stress est défini comme une concentration excessive en sel. Le terme salin s'applique surtout à un excès des ions en particulier Na^+ et Cl^- (Hopkins., 2003)

La salinisation est le processus par lequel les sels solubles s'accumulent dans le sol et elle a été identifiée comme un processus majeur de la dégradation des terres. Les causes techniques les plus importantes à l'origine de la diminution de la production sur de nombreux périmètres irrigués, particulièrement dans les zones arides et semi-arides. Il est estimé, à partir de diverses données disponibles que : Le monde perd au moins 3 ha de terres arables chaque minute à cause de la salinité du sol (Iptrid, 2006).

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

L'eau saline occupe 71% de la surface de la terre. Environ la moitié des systèmes d'irrigation existant du monde sont sous l'influence de la salinisation. De tels sols défavorables de faible fertilité sont généralement peu convenables pour la production agricole, entraînant la réduction inacceptable de rendement. En raison du besoin accru de distribution de production alimentaire et d'augmentation des sols affectés par salinité, la recherche sur des réponses des plantes à la salinité a rapidement augmenté en quelques dernières décennies (Madhava et al., 2006).

Dans le cadre d'une étude effectuée par (Maalem&Rahmoune, 2009) Les résultats obtenues montrent que les trois espèces du genre *Atriplex* (*A. halimus*, *A. canescens* et *A. nummularia*) étudiées pourront être très prometteuse en programmes de réhabilitation des zones dégradées pastorale et des sites salées dans les régions arides (Salha, 2010).

2-1 Effet de salinité sur les plantes

La salinité constitue un facteur limitant non négligeable pour l'agriculture mondiale (Hillel, 2000). L'effet de la salinité se manifeste généralement chez la plus part des plantes cultivées par une réduction de la croissance et le développement (Munns et al, 1983). Cet effet néfaste se traduit par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance et la productivité végétale (Ashraf, 2004).

Ces effets négatifs du sel généralement considéré sous trois aspects :

- Aspect osmotique : Selon Song et al (2005), plus la solution du sol est salée, plus la pression osmotique est élevée et plus il est difficile pour les racines d'extraire l'eau de la réserve du sol.
- Aspect ionique : Selon chinnusamy et al. , (2004). L'accumulation des ions toxiques Na^+ et Cl^- au niveau du mésophylle des feuilles, affecte la croissance et le métabolisme de la plante ou le sel endommage les structures lipidiques et protéiques, des membranes. Ainsi la présence de ces ions perturbe l'activité enzymatique cellulaire principalement dans les tissus photosynthétiques (Hasegawa et al. , 2000).
- Aspect nutritionnel : Selon Snoussi et Halitim (1998), certains sels peuvent affecter la balance nutritionnelle chez les plantes s'ils sont présents en concentration excessive ou en proportion anormale.

2-1-1 L'effet de la salinité sur la croissance

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). Les seuils élevés de la salinité sont accompagnés par une réduction significative de la biomasse racinaire, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire (Mohammad et al., 1998)

2-1-2 L'effet de salinité sur la photosynthèse et les pigments photosynthétiques

D'après Alem et al(2002) 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. Selon Munns (2008), la réduction de la photosynthèse est liée à la diminution du potentiel hydrique foliaire, qui est à l'origine de la fermeture des stomates (Price et Hendry, 1991 ; Allen, 1995)qui cause la réduction de la conductance stomatique (Orcutt et Nilsen, 2000).La diffusion du CO_2 à l'intérieur des stomates devient alors limitée et sa fixation au niveau des chloroplastes diminue, par conséquent la régénération du RuBP (Ribulose Bi phosphate) devient limitée.

2-1-3 L'effet de salinité sur le métabolite primaire

La salinité du sol peut stresser les plantes en empêchant les racines d'absorber l'eau ou en provoquant une toxicité par l'accumulation de fortes concentrations de sel dans la plante. De plus, la salinité peut affecter la synthèse protéique et les métabolismes lipidiques (Rojas-Tapias et al., 2012).

La perturbation de l'absorption de N par Na Cl entraîne généralement une augmentation de la teneur en ammonium (NH_4^+) et l'activation de la voie d'amination du glutamate déshydrogénase (GDH). Cette voie peut être impliquée dans la détoxification du NH_4^+ et le remplacement du pool du glutamate qui est largement impliqué dans la synthèse de métabolites protecteurs, dont la proline et les sucres solubles (Ashraf et al., 2018).

Le sel conduit des modifications qualitatives et quantitatives dans la synthèse des protéines (Demarly et Chalbi 1991).

L'accumulation de proline est l'une des manifestations les plus remarquables du stress salin (Demarly et Chalbi 1991).

2-2 Résistance à la salinité

La résistance d'une plante à la salinité s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans des conditions de stress salin (Piri et al., 1994). Les plantes développent plusieurs stratégies pour limiter le stress salin, qui diffèrent selon la catégorie de la plante (Berthomieu et al., 2003).

2-2-1 Exclusion

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

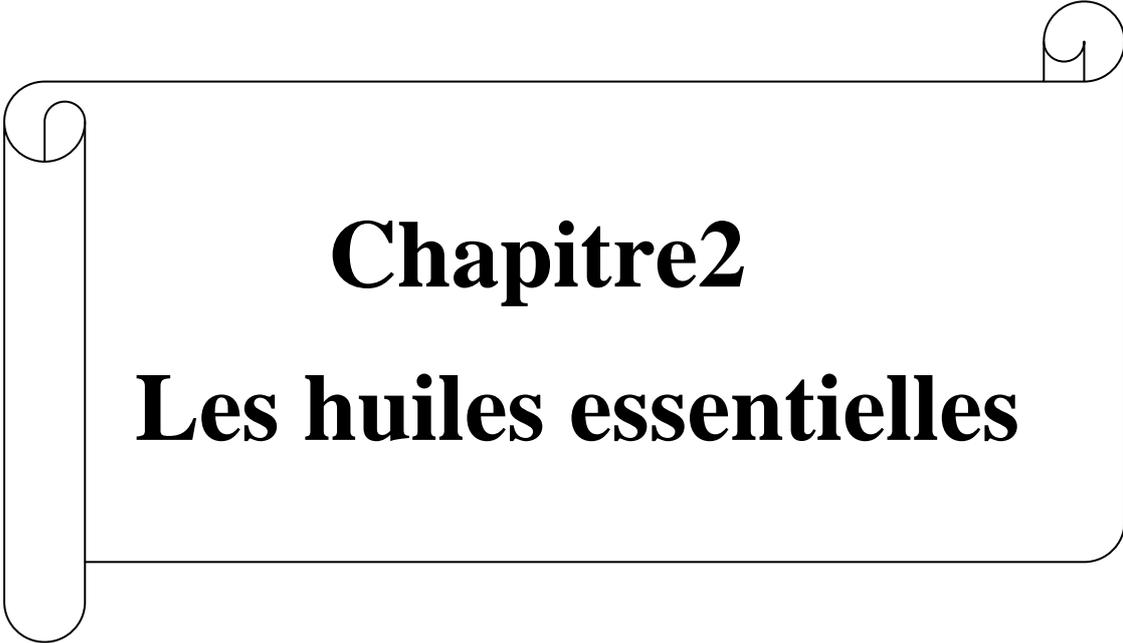
Quelques halophytes peuvent empêcher l'absorption excessive de sel par exclusion du sel au niveau des racines et de la partie inférieure de la tige. Dans ce cadre, la sortie de Na^+ des vaisseaux du xylème en échange d'une entrée de K^+ venant des cellules parenchymateuses du xylème et du parenchyme avoisinant, joue un rôle important dans la tige et les racines (Luttge et al., 2002).

2-2-2 Inclusion

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

2-2-3 Ajustement osmotique

Face à l'augmentation des forces de rétention de l'eau d'un sol en cours de dessiccation, un ajustement osmotique peut se manifester, mais à des degrés variables, chez les pluparts des végétaux. Les métabolites impliqués dans cet ajustement sont assez variés. Ces solutés ont des propriétés physiques et biologiques compatibles, même en forte concentration, avec les fonctions métaboliques (Tahri et al, 1998). L'ajustement osmotique apparaît comme un mécanisme majeur d'adaptation, il peut intervenir à tous les stades de développement et son caractère inductible suggère qu'il n'a pas (ou peu) d'incidence sur le rendement potentiel (Darkaoui et al, 2018)



Chapitre2

Les huiles essentielles

Chapitre 2 Les huiles essentielles

1-Définition des huiles Essentielles

Les huiles essentielles (essences = huiles volatiles) sont : « des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatiles contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation » (Brunton, 1993).

Plus récemment, la norme AFNOR NF 75-006 (octobre 1987) a donné la définition suivante d'une huile essentielle : « Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par les procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus, soit par distillation à sec ».

2-1-2 Répartition et localisation

2-1-2-1 Répartition

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs, les genres capables d'élaborer les constituants qui les composent sont répartis dans une cinquantaine de familles dont beaucoup sont des Lamiacées, des Astéracées, des Rutacées, mais aussi des Lauracées ou des Magnoliacées (Brunton, 1993).

2-1-2-2 Localisation

Les minuscules gouttelettes des huiles essentielles sont rencontrées dans tous les types d'organes : racines, tiges, bois, écorce, feuille, fruits, etc. Elles sont produites par diverses structures spécialement différenciées, l'huile essentielle est produite et stockée dans des tissus sécréteurs de la plante, ces tissus sont divisés en deux groupes :

- Les poils glandulaires épidermiques rencontrés souvent chez les Lamiaceae, les Geraniaceae et les Rutaceae, ils produisent les essences dites superficielles.
- Les organes sécréteurs sous cutanés comprenant des cellules et des poches sécrétrices au sein du tissu végétal chez les Myrtaceae, les Auranthiaceae, ainsi que des canaux sécréteurs chez les Umbelliferae (Paupardin et al., 1990).

2-2 Caractéristiques physico-chimiques

En ce qui concerne les propriétés physico-chimiques, les huiles essentielles forment un groupe très homogène (Brunton, 1993). Les principales caractéristiques sont :

- Aspect liquides à température
- N'ont pas le toucher gras et onctueux des huiles
- Volatiles et très rarement colorées
- Une densité faible pour les huiles essentielles à forte teneur en monoterpènes
- Un indice de réfraction variant essentiellement avec la teneur en monoterpènes et en dérivés oxygénés. Une forte teneur en monoterpènes donnera un indice élevé

Chapitre 2 Les huiles essentielles

- Solubles dans les alcools à titre alcoométrique élevé et dans la plupart des solvants
- Douées d'un pouvoir rotatoire puisqu'elles sont formées principalement de composés asymétriques
- Très altérable, sensible à l'oxydation et ont tendance à se polymériser donnant lieu à la formation de produits résineux, il convient alors de les conserver à l'abri de la lumière et de l'humidité (Zabeiro et Hachimou, 2005).

2-3 Domaines d'utilisation

Les huiles essentielles possèdent des profils de composition chimique différents. Elles sont utilisées comme agents naturels de conservation des aliments. Leur utilisation comme agents de conservation est due à la présence de composés ayant des propriétés antimicrobienne et antioxydantes (Conner, 1993 ; Hammer et al., 1999).

Les huiles essentielles commercialisées dans le monde sont destinées à quatre grands secteurs industriels : parfumerie cosmétique ; parfumerie technique (savons, détergents) ; alimentation et médecine (médecine douce et pharmaceutique) (Grysole, 2005). L'industrie alimentaire utilise les huiles essentielles pour rehausser le goût, aromatiser et colorer les aliments (Pingot, 1998 ; Bruneton, 1999 ; Grysole, 2005 ; Aprotosoia et al., 2010). Le secteur des boissons gazeuses s'avère un gros utilisateur d'huiles essentielles (Grysole, 2005).

2-4 Facteurs influençant la qualité des huiles essentielles

Les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition, qu'au plan du rendement des plantes d'origine. Cette variabilité peut s'expliquer par des facteurs intrinsèques et des facteurs extrinsèques. Les facteurs intrinsèques sont liés à l'espèce, au type de clone, à l'organe concerné et au degré de maturité du végétal concerné, voire au moment de la récolte au cours de la journée (Besombas, 2008). Les conditions externes soit géographiques (latitude, altitude), édaphiques (nature du sol) ou climatiques (ensoleillement ou photopériodisme, température, pluviométrie) ont un effet sur la composition des essences (Olle et Bender, 2010). Les conditions culturales telles que la date de soumission, la date de récolte, les traitements phytosanitaires, l'emploi d'engrais, ainsi que les techniques de récolte influencent aussi la composition et le rendement des huiles essentielles (Aprotosoia et al., 2010).

2-5 Composition chimiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges des composés chimiques très variables et complexes, elles peuvent renfermer jusqu'à plusieurs centaines de molécules différentes,

Chapitre 2 Les huiles essentielles

chacune ayant des propriétés particulières. En effet, les constituants d'une HE appartiennent à deux groupes distincts : Les terpénoïdes et les phénylpropanoïdes. (Laurent, 2017).

2-5-1 Terpénoïdes

Les terpénoïdes constituant une famille très diversifiée tant au niveau structural que fonctionnel, sont définis comme une classe modifiée des terpènes qui sont des molécules chimiques synthétisées à partir d'isoprènes (C₅H₈) avec des groupes fonctionnels différents, et groupes méthylés-oxydés déplacés ou supprimés à divers endroits. Les monoterpènes sont les composants majoritaires des HEs avec 90%, suivi des sesquiterpènes. Tandis que, les diterpènes, triterpènes, et les tétraterpènes avec leurs dérivés oxygénés sont détectés en petites quantités (Stephane et al., 2020 ; Masyita et al., 2022).

- **Les monoterpènes** : sont des hydrocarbures aliphatiques, saturés ou insaturés. Ils ont constitué de deux unités isopréniques (C₁₀). Selon le mode de couplage « tête-queue », ils peuvent être acyclique, monocycliques ou bicycliques. Souvent rattachant à certain nombre de substances à fonctions chimiques à titre d'exemple, Ethers, Esters, Alcools, Cétones, Phénols, Aldéhydes (Chaib, 2018).
- **Les sesquiterpènes** : sont constitués de trois unités isopréniques. Ils ont une structure similaire de celle des monoterpènes. Les carbures alcools et cétones étant les plus fréquents (Guinard, 2016).

2-5-2 Les composés aromatiques

Dérivés du Phényl-propane tel que l'eugénol, l'anéthol et l'aldéhyde ainsi que le carvacol, l'acide et l'aldéhyde cinnamique. Ceux-ci constituent les principaux membres de cette famille, huiles essentielles peuvent contenir des composés aliphatiques plus ou moins fonctionnalisés (Bruneton, 1999).

- **Phénylpropanoïdes** les phénylpropanoïdes sont des composés biologiquement actifs des PM. La structure de base est l'unité C₆-C₃ de cycle benzénique (C₆) généralement, lié à une chaîne latérale à trois carbones (C₃) en position 1 et oxygéné en troisième/quatrième/cinquième position/s. Parmi les phénylpropanoïdes les plus retrouvées dans les HEs ; les phénols et les éthers de phénols (Stevanovic et al., 2020).
- **Autres constituants** les essences peuvent contenir des traces des autres composants. Ils s'agit de produits résultant de la transformation de molécules non volatiles provenant d'acides gras insaturés, de lactones, de terpènes, de glycosides, et composés contenant du soufre et de l'azote (Hyldgard et al., 2012).

2-6 Extraction des huiles essentielles

Il existe plusieurs méthodes pour extraire les huiles essentielles. La plupart des techniques d'extraction reposent sur le fait que les huiles essentielles se mélangent bien

Chapitre 2 Les huiles essentielles

avec d'autres huiles et graisses, certain solvant, et même l'alcool, mais ils ne se mélangent pas avec l'eau. Au fil des ans, les herboristes et les fabricants des huiles essentielles ont déterminé les méthodes qui fonctionnent le mieux pour chaque application.

2-6-1 Distillation

Lors de la distillation des HEs ; nombreux phénomènes sont à la base des échanges de matière entre les phases : solide, liquide et vapeur, d'où l'influence des plusieurs paramètres sur la qualité et le rendement de la production de ces essences végétales. Il existe trois différents procédés utilisant le principe de la distillation à savoir : l'hydrodistillation l'hydro-diffusion et l'entraînement à la vapeur d'eau (Ouis ; 2015).

A. Hydrodistillation

L'hydrodistillation est la technique la plus répandue pour l'extraction. Elle consiste à immerger le matériel végétal sec ou frais à traité dans une cuve remplie d'eau, l'ensemble est ensuite porté à ébullition. Après, les vapeurs hétérogènes formés sont condensées par un système de réfrigération par courant d'eau, et L'HEs se sépare de l'hydrolat par différence de densité (Chenni, 2016).

B. Entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est la technique la plus récente de distillation dans laquelle il n'y a pas de contact direct entre la matière végétale et l'eau. Elle apporte une amélioration à la qualité de l'HE en réduisant les altérations hydrolytiques. Son procédé consiste à produire un vapeur d'eau dans une chaudière séparée, puis l'injecter à la base de l'alambic. Ensuite elle remonte à l'intérieur et traverse la plante en dissolvant et évaporant les molécules aromatiques. Après, la vapeur hétérogène passe par un système de refroidissement qui entraîne sa condensation en liquide saturé d'eau sur lequel flotte l'HE (Deschepper, 2017).

C. Hydro-diffusion

L'hydro-diffusion est une technique relativement récente. Son principe consiste à pulser du haut vers le bas de la vapeur d'eau à pression réduite de sorte qu'il traverse la masse végétale. La condensation du mélange de vapeur contenant l'HE se produit sous la grille retenant la matière végétale. L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils (Abdelli, 2017 ; Hesses, 2018).

2-6-2 Expression à froid

Est une technique sans chauffage, les huiles essentielles de fruits d'hespéridés ou encore d'agrumes sont des produits fragiles en raison de leur composition en terpène et aldéhydes. C'est pourquoi, spécifiquement pour cette catégorie de matière première, est utilisé l'expression à froid. Le principe de cette technique est basé sur la rupture ou la

Chapitre 2 Les huiles essentielles

dilacération des parois des sacs oléifères contenues dans l'écorce des fruits et sur la pression de contenu de ces sacs sur les parois (Lucchesi, 2005).

2-7 Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de molécules dont la structure et les propriétés chimiques permettent de dégager des caractéristiques communes (lipophilie, faible poids moléculaire) leur assurant une bonne diffusion dans l'organisme. Malgré le peu d'études sur ces molécules, il faut retenir leur pouvoir toxique. Notamment leur hépato toxicité, neurotoxicité et toxicité cutanée récemment. Leur utilisation très variée constitue un fort potentiel d'intoxication, que cette dernière soit accidentelle ou par utilisation erronée. (Lucette couderc, 2001).

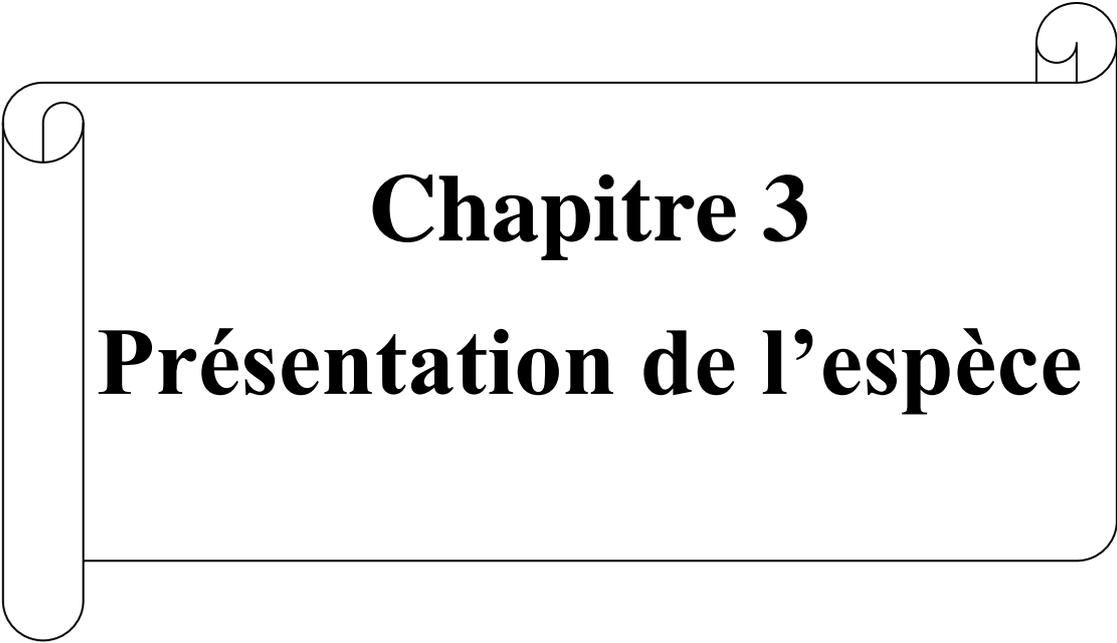
Les signes cliniques que nous avons répertoriés à partir des cas cliniques sont peu caractéristiques de ces intoxications. Il reste donc difficile pour le clinicien de faire un diagnostic différentiel. (Lucette couderc, 2001).

2-8 Conservation des huiles essentielles

En règle générale, les huiles essentielles peuvent être conservées entre trois et cinq ans. Cette durée varie en fonction de divers facteurs comme la qualité de la plante d'origine, les conditions de récolte, le mode distillation ou encore le processus d'embouteillage (Faucon, 2017).

Plusieurs gestes sont à adopter pour préserver la qualité de vos huiles essentielles.

- Rangez-les dans un compartiment protégé de la lumière et de la chaleur (idéalement entre 5 et 30°C), afin de limiter au maximum les phénomènes d'oxydation.
- Inscrivez sur le flacon la date d'ouverture de l'huile essentielle en question. Si vous remarquez un changement d'odeur ou d'aspect, n'utilisez pas l'huile essentielle.
- Placez les flacons toujours debout afin de protéger les bords compte-gouttes et les bouchons.
- Essayez au maximum de limiter les contacts entre votre peau et le goutteur du flacon



Chapitre 3

Présentation de l'espèce

1-Généralité

La sauge officinale (*Salvia officinalis* L), appartenent à la famille des labiées (Lamiacées) (Maatoug,1990), C'est une plante aromatique et médicinale assez largement utilisée soit à l'état naturel, soit sous forme d'extrait ou d'huile essentielle. A coté d'une utilisation artisanale (alimentation familiale et médecine populaire), cette plante et surtout ses huiles essentielles sont utilisées par les industries de la parfumerie et de la cosmétologie, par l'industrie alimentaire et enfin par l'industrie pharmaceutique (Fellah et al., 2006).

La sauge est une plante médicinale importante depuis les temps les plus reculés. On pensait qu'elle était efficace contre les morsures de serpents (Ceres, 1984). Elle était employée dans l'Egypte ancienne pour augmenter la fertilité des femmes (Schauenberg et Paris, 1990). Il semble que la sauge ait été amenée de l'Egypte ancienne sur nos cotes par les Romains (Spectateur, 1995). Théophraste enregistre deux sages, l'un un sous-arbrisseau sauvage sans épines dont il donne le nom Joakos (sphakos), l'autre ressemblant à lui, mais cultivée, appelée (elelisphakos) (Théophraste 1918).

Pendant tout le moyen âge, elle reste une plante primordiale et entre dans de très nombreuses préparations: Eau d'arquebuse, Eau céleste, Eau impériale, etc.Ce qui confirmé par le dicton : « qui a de la sauge dans son jardin, n'a pas besoin de médecin ». Les feuilles de sauge séchées sont un condiment employé depuis l'antiquité. Elle reste utilisée dans la pharmacopée moderne (Perry et al ., 1996 ; Putievsky et al., 1992).

3-3 Caractéristique botanique

3-3-1 Classification

Tableau 01 : la classification *SalviaOfficinalis*APGIII

Règne	Archéplastides
Clade	Angiospermes
Clade	Dicotylédones vraies
Clade	Noyau des Dicotylédones vraies
Clade	Astéridées
Clade	Lamiidées
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées
Sous-famille	Népétoïdées
Genre	<i>Salvia</i>
Espèce	<i>Officinalis</i>

3-3-2 Description morphologique

- **Tiges**

Elle fait de 20 à 30 cm de long, de couleur gris verdâtre, finement pubescente à section quadrangulaire, émet de nombreux rameaux dressés, présentant des nœuds saillants sur lesquelles sont insérées les feuilles (Teuscher et al., 2005).



Figure01 : Morphologie de la tige de *Salvia officinalis*

- **Feuilles**

Les feuilles, opposées, elliptiques, inférieures pétiolées, rugueuse, à bord dentelé, réticulées, molles, à dessus blanchâtre qui persistent à l'hiver, grâce au revêtement de poils laineux qui le protège. La texture des feuilles est Feltrosa au toucher et d'une couleur vert grisâtre et une odeur caractéristique de fraîcheur. Taille de la feuille : 1cm de largeur et 2 à 3 cm (Bruneton, 2009).



Figure 02 : Feuilles de *Salvia officinalis*

- **Fleurs**

Elle est d'environ 2cm de long, à corolle bien violet nettement bilabée à pédoncules courts, tubuleuse groupées par trois, en faux verticilles (Bruneton, 1993).

Elles sont zygomorphes, leur calice est pubescent, persistant et ponctue de glandes sécrétrices, en forme de clochettes ovales de 1 à 14cm de long. Il comprend 5 sépales soudés à la base, leur corolle bilabée comprend 5 pétales soudés, de couleur violet clair, les bractées sont ovales (Teuscher et al., 2005).



Figure 03 : Fleurs de *Salvia officinalis*

- **Graines**

Les graines, brunes foncées, ne fournissent pas d'endospermes et elles sont très petites (dans une gramme il y a plus de 200) (Motta, 1960).



Figure 04 : Les graines de sauge

3-4 Composition chimique

Selon Bruneton (1999), la sauge officinale contient environ (8 – 25 ml/Kg) d'huile essentielle, qui est caractérisée par la présence de camphre, de cinéole et de cétones monoterpéniques bicycliques : **les thyones** (a-thuyone et B-thuyone). Ces derniers peuvent présenter jusqu'à 60% de l'huile essentielle, l'a-thuyone étant presque toujours largement prépondérante. La composition varie en fonction de nombreux facteurs. A titre indicatif, le profil défini par la norme NF ISO 9909 (1999) pour l'HE de sauge officinale est le suivant :

Tableau 2 : Composition chimique de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* (Bruneton, 1999).

Le composé de l'HE	La teneur en (%)
a-Thuyone	18 – 43
B-Thuyone	3 – 8,5
Camphre	4,5 – 24,5
Cinéole	5,5 – 13
Humulène	0 – 12
a-pinène	1 – 6,5
Camphène	1,5 – 7
Limonène	0,5 – 3
Linalol libre et estérifié	1 au maximum
Acétate de bornyle	2,5 au maximum

3-5 Usage

Les sauges ont été employées comme des plantes à propriétés médicinales sanitaires pendant des milléniums. La sauge était un composant fréquent des mélanges de tisanes, recommandés pour les patients tuberculeux. Outre ces utilisations, les feuilles de la sauge (*Salvia officinalis*), montrent une gamme des activités biologiques : antibactérienne, antifongique, antivirale et astringente (Baricevic et Bartol, 2000). La sauge est avérée active dans les préparations combinées pour le traitement de la bronchite aiguë et chronique. Les études *in vivo*, montrent que les extraits de sauge ont un effet hypotensif et déprimant sur le système nerveux central (Newall et al., 1996), et vu leurs activités antimicrobiennes et astringentes, ces extraits entrent souvent dans la constitution des dentifrices (Frag et al. 1986).

Au Mexique et en Amérique latine, les graines de quelques espèces de sauge sont intensivement employées par les américains indigènes comme source de nourriture et aussi pour préparer ses boissons. La découverte des antioxydants a augmenté l'usage des extraits de sauge officinale connue par son activité antioxydante élevée (KupeliAkkol et al., 2008). Due essentiellement à l'acide carnosique (Cuvelier et al., 1994), afin de protéger les denrées alimentaires contre la détérioration oxydative (Madsen et Bertelsen, 1995).

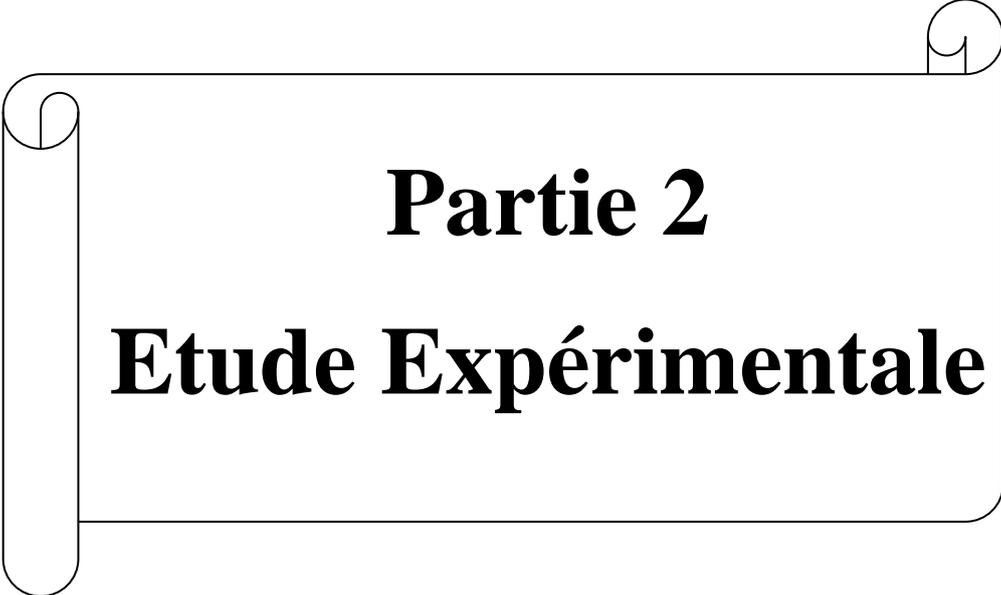
Les espèces *Salvia* ont un grand intérêt en cosmétologie. Les extraits de *S. officinalis* et *S. lavandulifolia* sont largement introduits dans les produits de beauté et les parfums. La sauge est peut être utilisée comme compresse ou infusion ou même dans les préparations des masques de visage et leurs crèmes sont souvent appliquées sur des blessures froides près de bouche (Radulescu et al., 2004). En Algérie, la sauge officinale est utilisée, en médecine folklorique, comme agent naturel antidiabétique, anti hypertensif, contre l'obésité et pour traiter l'eczéma (Boudjelal et al., 2013).

3-6 Toxicité

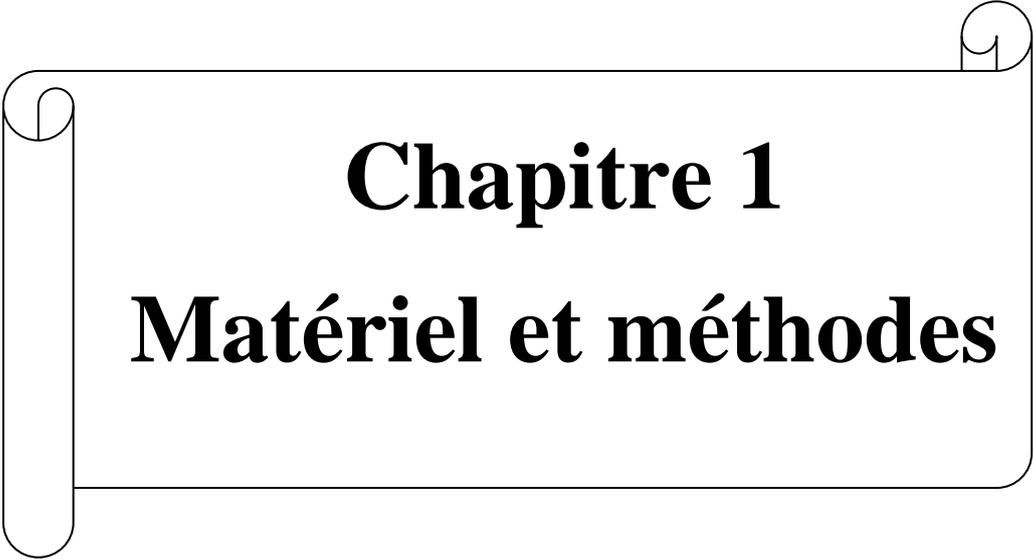
Aucune toxicité aiguë ou chronique n'a été signalée à l'emploi aux doses usuelles des feuilles de sauge et de son huile essentielle (jusqu'à 15 gouttes par jours) (Rayaud, 2006). Il faut cependant remarquer que celle-ci varie selon la voie d'exposition et la dose prise (concentration). Il est donc fortement recommandé de ne pas dépasser trois tasses d'infusion de sauge par jour pour que l'apport en thujone soit inférieur à 3 mg. Le traitement ne doit pas non plus excéder deux semaines (Iserin, 2001).

La sauge comporte des effets indésirables comme toute substance active si on ne respecte pas les doses recommandées : nausées, vomissements, bouffées de chaleur, accélération des battements du cœur, vertiges et convulsions (Teuscher et al, 2005).

Du fait de leur action stimulante sur l'ovulation, les feuilles de sauge sont contre-indiquées pendant la grossesse et l'allaitement ou en cas de cancer hormono-dépendant (cancer du sein).



Partie 2
Etude Expérimentale



Chapitre 1

Matériel et méthodes

Notre travail a été réalisé au niveau de laboratoire de PFE du département de biotechnologie et agro-écologie au sein de l'université de SAAD DAHLEB de Blida.

Ce travail a été entrepris en vue de déterminer l'effet du stress salin sur le rendement de l'huile essentielle de chez *Salvia officinalis* soumise à un traitement de NaCl. La dose de NaCl ajoutée à l'eau distillée détermine le seuil de résistance de l'espèce et les modifications morphologiques et biochimiques dans nos conditions expérimentales

1- Matériel

1-1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué des graines de Sauge (*Salvia officinalis* L).



Figure 05 : Graine de sauge

Méthode d'étude

1 préparation des pots

La culture a été conduite dans des pots disposés dans une serre durant la période (19 Mars 2023 au 17 Mai 2023). Les graines ont été effectuées directement dans un substrat composé d'un mélange de sol et de tourbe. L'irrigation a été faite avec l'eau du robinet selon les besoin.

2-1 Traitement des plantes par NaCl

Après 15 jours de l'irrigation avec l'eau de robinet, nous avons commencé le traitement par le stress salin.

Le stress salin est appliqué pendant 30 jours, avec 4 pots de sauge soumises à concentration de 3 g/l de stress salin (tableau1).

Tableau 03 : application du stress

Concentration	Numéro de pots
Témoin	1
Témoin	2
3 g/l	3
3 g/l	4

La concentration est représentée par 2 pots, c'est-à-dire deux essais pour cette concentration. Les pots ont été arrosés trois fois par semaine (0,25 L).

2-2 Paramètres mesurés

Il est difficile de suivre le comportement d'une plante à partir d'un seul paramètre, en effet le suivi du comportement des plantes vis-à-vis du stress salin a été basé sur quelques paramètres morphologiques (longueur des tiges et des racines) et biochimiques (rendement en huile essentielle).

2-2-1 Paramètres morphologiques

2-2-1-1 Mesure de la croissance en longueur

Après 15 jours du traitement, nous avons commencé le prélèvement (le prélèvement se fait dans une température ambiante de 35° et 37°).



Figure 06 : Température à la cour de prélèvement

Nous séparons la partie aérienne de la partie souterraine, après nettoyage on procède à la mesure d'un paramètre morphologique (la croissance en longueur de la tige et de la racine) à l'aide d'un papier millimétré.

L'opération est répétée chaque semaine jusqu'à prélèvement de l'ensemble des individus



Figure 07: Première semaine de prélèvement



Figure 08 : Dernière semaine de prélèvement

Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles a été réalisée par la technique d'hydrodistillation à l'aide d'un dispositif expérimentale de type Clevenger.

- **Principe**

Selon Bruneton., 1999. l'hydrodistillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement bryolé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité. Les inconvénients de cette méthode sont : la calcination du matériel végétal, ce qui entraîne une modification de la composition et des caractéristiques chimiques de l'huile essentielle, La non maîtrise de la température du récipient contenant le mélange (eau+ organes végétaux) et la modification de l'odeur, de la couleur et de la composition de l'huile essentielle au cours de la distillation (Chalchat et al., 1997).

- **Mode opératoire**

La partie aérienne de la plante utilisée est découpée en petits morceaux pour faciliter son introduction dans le ballon, puis 700 ml de l'eau de robinet sont ajoutées. le ballon contenant l'ensemble eau et plante est porté sur un chauffe ballon.



Figure 09 : Différents étapes de travail

l'eau est portée à ébullition et les constituants volatils sont entraînés par la vapeur. Cette vapeur se condense dans un réfrigérant attaché au ballon. Le distillat étant récupéré par la suite dans un ependorf.

L'huile essentielle a été séparée de l'hydrolat à l'aide d'une seringue.



Figure 10 : Différents étapes de travailles

- **Calcul du rendement**

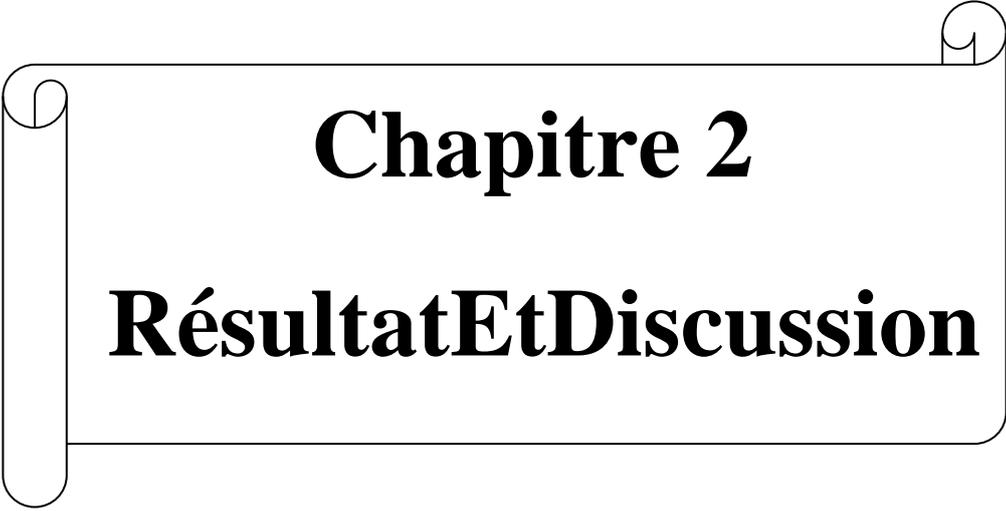
Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport de volume de l'huile essentielle obtenu et masse de matière sèche

$$R = (VHE/MS) \times 100.$$

R : Rendement de l'huile essentielle.

VHE : volume de l'huile essentielle.

MS : masse de matières végétales sèches

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both ending in small circular curls.

Chapitre 2

Résultat Et Discussion

- Paramètres étudiés

1-1 Paramètres morphologiques

1-1-1 Effet de NaCl sur la croissance linéaire

Les résultats de la croissance linéaire de la tige sont montrés dans la figure suivante

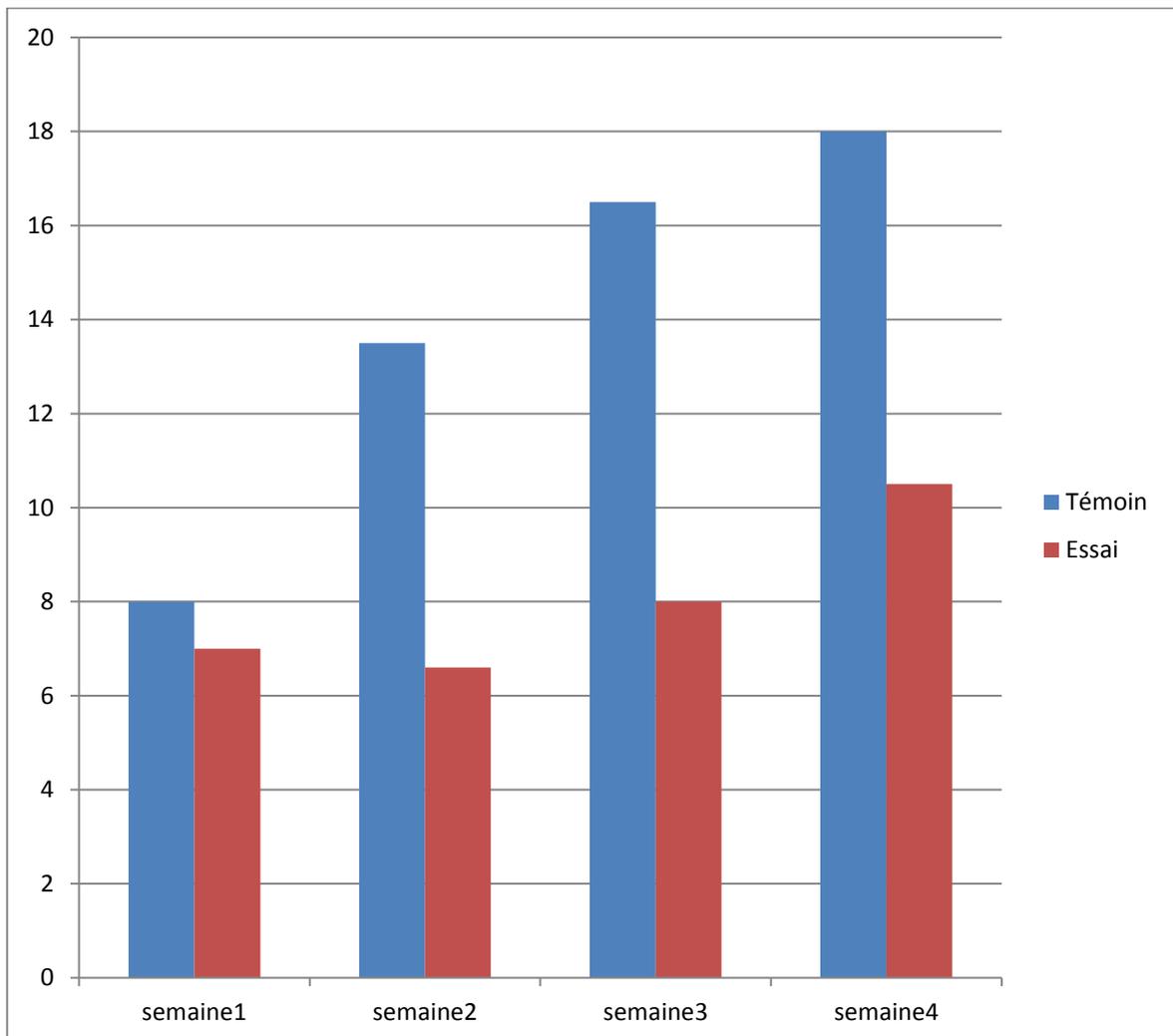


Figure 11: effet de la salinité sur la longueur des tiges

Selon la figure les valeurs de la longueur de la tige les plus faibles sont enregistrées pour les individus stressés (6,6 cm) du prélèvement de la deuxième semaine. Nous constatons d'autre part que les tiges augmentent chaque semaine pour les individus témoin pour atteindre 18cm à la quatrième semaine.

Après 30 jours de traitement au NaCl, nous avons constaté il y'a un faible allongement des tiges soumises au stress salin par rapport aux témoins. Les tiges des individus stressés ne dépassent pas 10,5 cm à la quatrième semaine.

Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Ben Fatoum. (2003) qui a travaillé sur le citrus en condition de stress salin, et à celles démontrés par Ben Naceur. (2001) sur les

Chapitre 2 Résultat Et Discussion

céréales. Les mesures des longueurs de tiges effectuées en fin de l'expérience montrent que le stress salin réduit la croissance.

Selon (Rush et al., 1981). Les effets de la salinité se manifestent principalement par une diminution de la croissance de l'appareil végétatif, caractérisé par la faible longueur de tige.

La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement, particulièrement la hauteur, le diamètre des tiges des différents espèces (Guill, 1979).

- **Racine**

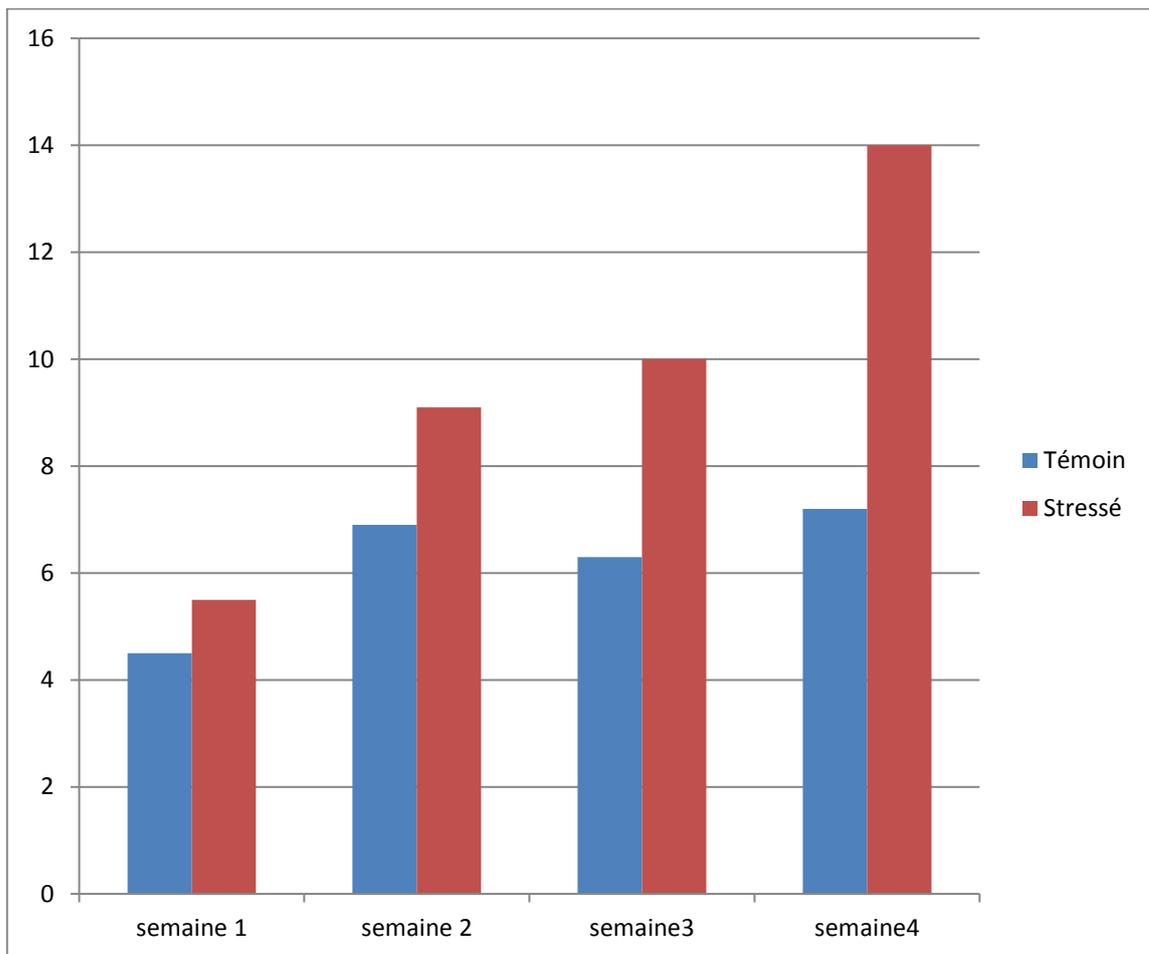


Figure 12 : Effet de la salinité sur la longueur des racines

Nous observons que la longueur des racines soumises à la salinité augmente considérablement chaque semaine par rapport à celles irrigués avec de l'eau de robinet. Selon la figure la racine atteint le sommet à la quatrième semaine (14cm) cela peut être expliquée par le manque d'eau qui entraîne une augmentation de la surface absorbate. L'excès de NaCl se manifeste par une croissance dans la biomasse souterraine (racines) et la biomasse aérienne (tiges et feuilles) et une augmentation du ratio partie racinaire/partie aérienne chez le coton (Meloni et al., 2001).

Chapitre 2 Résultat Et Discussion

Selon (Kadri., et al, 2009) le système racinaire sous différents doses de sel a pu maintenir un pourcentage d'allongement assez élevé.

1-1-2 Effet de NaCl sur le rendement de l'huile essentielle

Les résultats sont montrés dans la Figure suivante

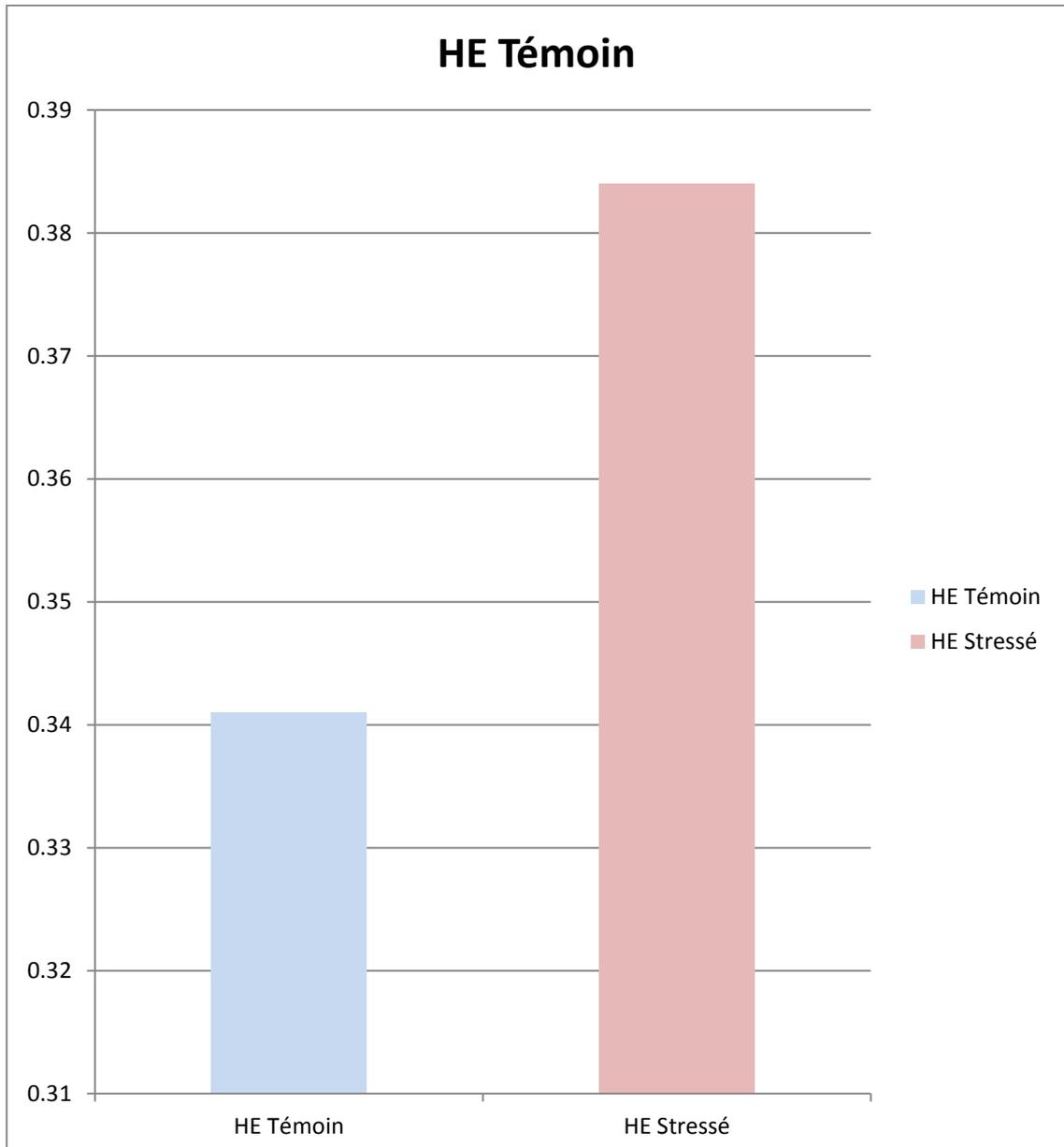


Figure 13 : Effet de NaCl sur le rendement de l'huile essentielle

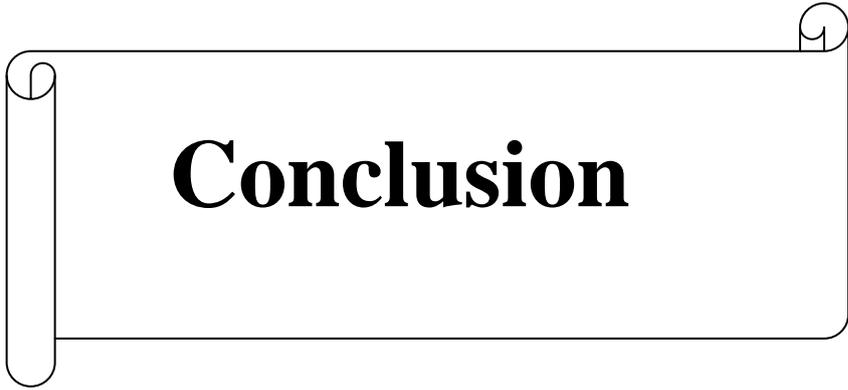
Les rendements en huiles essentielles varient entre 0,34% et 0,38%. Selon les résultats montrés dans la figure le rendement en huile essentielle est plus important chez les plantes stressées (0,38%) par rapport aux plantes témoins (0,34%).

Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par Chetouani., et al (2018) dans ces études sur *Salvia officinalis*, ils ont montrés qu'il y'a une augmentation importante en huile essentielle a été enregistrée pour une concentration inférieure à 100mM (5g/l) (+32%) de NaCl par rapport au témoin.

Chapitre 2 Résultat Et Discussion

Belaqziz et al (2009), dans leurs études sur *Thymus marocconux* Ballont montré que le contenu de la partie aérienne en huile essentielle de cette espèce n'a pas changé avec l'augmentation du sel externe (aucune différence significative sous l'effet du sel a été remarquée)

.



Conclusion

Conclusion

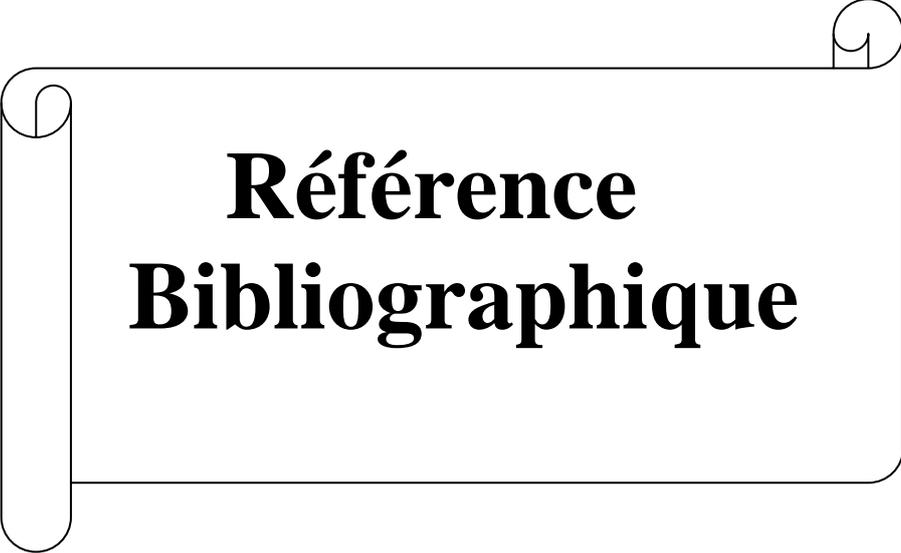
Dans ce travail nous avons contribué à l'évaluation de la croissance de la tige et de la racine de *Salvia officinalis* soumise au stress salin et d'évaluer le rendement en huile essentielle sous l'effet du stress.

Le stress salin a entraîné un changement morphologique (tige et racine) et chimique (rendement en huile essentielle). Ceci peut être signe de tolérance chez certaines plantes.

L'étude de l'effet de stress salin révèle que la concentration de 3g/l de NaCl provoque une diminution de la longueur de la tige et un allongement des racines. Il semble, selon les résultats obtenus, que *Salvia officinalis* est une espèce qui peut tolérer la salinité, ce qui est montré par la capacité d'allongement des racines irriguées par une eau salée de 3 g/l de NaCl.

Le rendement des huiles essentielles augmente légèrement sous l'effet du stress.

Il serait intéressant de compléter ce travail par l'évaluation de la croissance pondérale d'une part et par le dosage des métabolites primaires et secondaires des plantes soumises au stress salin d'autre part.



**Référence
Bibliographique**

Référence Bibliographique

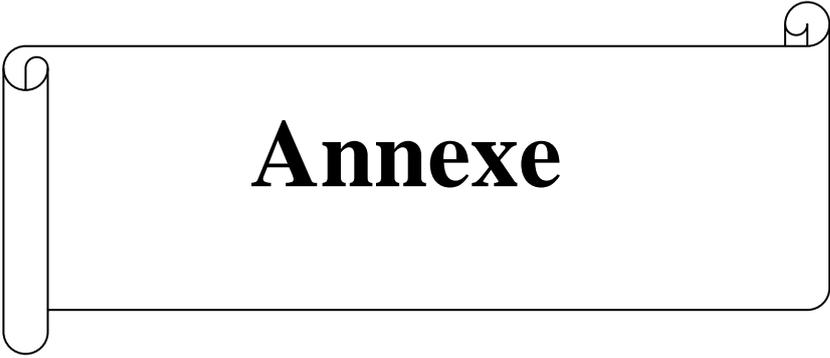
- Aprotosoiaie A. C., Spac A. D., Hancianu M., Miron A., Tanasescu V. F., Dorneanu V., Stanescu U. 2010. The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill). *FARMACIA*, 58 (1). Pp. 46 – 54.
- Ashraf M., 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora*, 199: 361 – 376.
- Baricevic, D. Sosa, S., Della Loggia, R., Tubaro, A., Simonosvka, B., Krasna, A., & Zupancic, A. (2011). Topical anti-inflammatory activity of *salvia officinalis* L. leaves : the relevance of ursolic acid. *Journal of ethnopharmacology*, 75 (2 – 3), 125 – 132.
- Ben Fattoum M. Evaluation de la tolérance au stress salin de certains porte-greffes de citrus. Mémoire de diplôme des études approfondie de l'INAT, Tunis. (2003), 85p.
- Ben Naceur M, Rahmoune C, Sdiri H, Meddahin ML, Selmi M. Effet de stress salin sur la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. *Séchresse*, vol 12 (2001), pp 167 – 174.
- Botineau M., (2010). Botanique systématique et appliqué des plantes à fleurs. Ed., Lavoisier, Paris, 1043p.
- Bruneton J. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales 4^{ème} édition .
- Bruneton J., (1993). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed., Lavoisier, TEC et DOC., Paris 1 ère édition, 440p.
- Bruneton J., (1999). Pharmacognosie, phytochimie. Plantes médicinales. Ed. Technique et Documentation. 3^{ème} Ed, Paris. France. 1120p
- Bruneton J., 1999. Pharmacognosie : Phytochimie. Plantes Médicinales. Ed. TEC & DOC., Paris, 239 – 243.
- Calu. G., 2006 : Effet du stress salin sur les plantes « comparaison » entre deux plantes modèles *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiellahalophila*. *Trend in plant science*, 1- 8pp
- Chenni., (2016). Mémoire de doctorat, université d'oran.
- Chetouani M., Mzabri I., Aamar A., Boukroute A., Kouddane N., Berrichi A., 2018. Effet de stress salin sur la teneur et la composition de l'huile essentielle de la Sauge (*Salvia officinalis*). Laboratoire de biologie des plantes et des microorganismes. Faculté des sciences, BP 717, Oujda 60000, Maroc
- Classification phylogénétique APG 3. www.quelleestcetteplante.fr
- Conner D. E., 1993. Naturally occurring compounds. In Davidson P. M.; Branan A. L. *Antimicrobials in foods*, 2nd Ed. Marcel Dekker, Inc, New York, N. Y. pp. 441 – 468.
- Darkaoui., 2018. Effet combine de stress salin – métallique (cuivre – zinc) sur les paramètres morfo-physiologiques et biochimiques chez la fève (*Vicia vaba* L.)
- Demarly Y. Y., 1991 : Amélioration Des Plantes pour l'Adaptation Aux milieux Arides. E dit A upelf –b Uref. Paris, 525 pages.

Référence Bibliographique

- Farag R. S., Salem, H., Badei, A., & Hassanein, D. E. (1986). Biochemical studies on the essential oil of some medicinal plants. *Fette seifen Anstrichmittel.*, 88 (2), pp. 69 – 72 .
- Faucon., 2017. *Traité d'aromathérapie scientifique et médicale – Les huiles essentielles Fondements et aides à la prescription*
- Fellah, S., Romdhane, M., Abderraba, M. (2006). Extraction et étude des huiles essentielles de la *Salvia officinalis* cueille dans deux régions différentes de la Tunisie, *Journal de la Société Algérienne de chimie*, 16 (2) : 193 – 202.
- Grysole J. 2005. La commercialisation des huiles essentielles in *Huiles essentielles : de la plante à la commercialisation – Manuel pratique : Chapitre 07. Corporation LASEVE (laboratoire d'analyse et de séparation des essences végétales)*, Québec, pp. 139 – 162.
- Guinard, J., L. (2016). *Abrégé botanique.*, 11^{ème} Edition. Masson. Paris.
- Halimus A., Canescenset A., et Nummularia A – Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress – *Plant. Cell and Environment*, 21 : 535 – 553.
- Hammer K. A., Carson C. F., Riley T. V. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86, (6), pp. 985 – 990.
- Handa S. S, Khanuja S. P. S., Longo G., Rakesh D. D., (2008). *Extraction technologies for aromatic and medicinal plants. United Nations Industrial Development Organisation and the International Centre for Science and High Technology*, 260p.
- Hasegawa P. M., Bressan R. A., Zhu J. K. and Bohnert H. J. , 2000 – Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu. Rev. Plant physiol. Plant mol. Biol.*, 51: 463 – 499.
- Hopkins w. G., 2003.- *Physiologie végétal. De Boeck, Bruxelles*, 514p.
- Iserin S., Takizwa T., Yamaguchi H., 2001. Antimicrobial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *J. of Antimi-chemo. Vol: 47, P : 565 – 573.*
- Lucette couderc V (2001), *Toxicité des huiles essentielles, l'université paul – sabatier de toulouse*, p : 3 – 55.
- Luttge V, Kluge M et Bauer G., 2002. *Botanique. 3^{ème} édition, Tec et Doc Lavoisier, Paris : 439 – 450.*
- Maatoug., 1990. *Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance*
- Madsen H. L. & Bertelsen, G. (1995). Spices and antioxidant. *Trends in food science and technology*, 6, pp. 271 – 277.
- Munns., 2008. The significance of atwo – phase growth response to salinity in wheat and barley. *Australien Journal of Plants physiology* 22, 561 – 567.
- Newall C. A., Anderson, L. A., & Phillipson, J. D. (1996). *A guide for Health-care professionals. London*

Référence Bibliographique

- Paris R & Dillemann G, (1960). Les plantes médicinales des régions arides, Unisco Pris-7^e, Edition Oberthur, Rennes.
- Perry et al., 1996; Putievsky et al., 1992. Salvia for dementia therapy : review of pharmacological activity and pilot tolerability clinical trial, Pharmacol. Biochem. Behav, 75: 651 – 659.
- Pingot A. 1998. Les huiles essentielles. Ed : Tec & Doc. Lavoisier, Paris. Pp. 230 – 236.
- Rayaud J. 2006. Prescription et conseils en aromathérapie. Ed. Lavoisier. Paris, 400p.
- Snoussi S. A et Halitim A., 1998 – Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées : cas de l'haricot et la tomate. Etude et gestion des sols, 5 (4) : 289 – 298.
- Song J., Fan H., Zhao Y., Jia Y., Du X, Wang B., 2005 – Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth and ion accumulation of a euhalophyte *Suaeda salsa* in an intertidal zone and on saline inland. Aquatic Botany, 88: 331 – 337.
- Spiridon E. Kintzios. Medicinal and Aromatic Plants – industrial profiles., Sage: The Genus – Salvia. P 10.
- synthétase chez trois variétés de blé dur (*Triticum durum*). Université Mohamed Premier. Maroc. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, 2 : 81 – 87
- Tahri E. H, Belabed A. M. Et Sadki K., 1998 : Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, de chlorophylle et des ARNm codant pour la glutamine
- Tandji., 1990 ; Abdelly., 2008 ; Jabnoute, 2008. Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, chez trois variétés de blé dur (*Triticum durum*). P. 81-87
- Teuscher E., Anton R. et Lobstein A., (2005) : « Plantes aromatiques épices aromates, condiments et huiles essentielles ». Ed., Lavoisier, Paris, 444p.
- Wang Y. and Nil N., 200 – Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase – oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. J. Hortic. Sci. Biotechnol., 75: 623 – 627.

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and curved ends on the top and right.

Annexe

Annexe

ANNEXE 01 : Tableau : les valeurs de la mesure des parties aériennes et souterraines

	Témoïn				Essai			
Semaines	1 ^{ère}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	1 ^{ère}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}
Partie aérienne (cm)	8	13,5	16,5	18	7	6,6	14	13,2
Partie souterraine (cm)	4,5	6,9	6,3	7,2	5,5	9,1	10	14

ANNEXE 02 : Technique utilisé dans l'extraction



Figure 14 : Appareil d'hydrodistillation (Clevenger)

➤ **Matériel**

1. Chauffe ballon
2. Ballon
3. Réfrigérant à eau
4. Arrivée et sortie d'eau
5. Matériel végétale
6. Huile essentielle
7. Ependorf
8. Seraing