

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ibn  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

N°...../SNV/2023

Mémoire de fin d'études

Présenté par :

Aaissam eddin Cheltite & Ouaghi Sidahamed

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER en AGRONOMIE**

Spécialité : Protection des cultures

Thème

**Activité antifongique de l'extrait de l'huile  
essentielle de *Salvia officinalis* sur les deux  
séquences biologique de *fusarium.sp*,  
Agent de la *fusariose* des agrumes**

Soutenue publique le 21 /06/2023

DEVANT LE JURY

Président : MAHIOUT. D	MCA	Université de Mostaganem
Examineur : Mme SAIAH.F	MCB	Université de Mostaganem
Encadreur : Mme BOUZID.kh	MCB	Université de Mostaganem
Co-encadreur : Mme FLITL.K	Doctorante	Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2022-2023

Thème réalisé au Laboratoire de protection des végétaux

## Remerciements

En tout premier lieu, je remercie Dieu de m'avoir donné la force, le courage et la volonté pour réaliser ce travail.

Je tiens à remercier **Mme BOUZID KHADIDJA**, le promoteur de ce mémoire, pour avoir encadré ce travail. Je tiens à vous remercier pour votre disponibilité, et vos précieux conseils qui m'ont fait progresser.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à Mme BERBER d'avoir accepté de présider le jury de ce modeste travail.

Nous présentons également toutes nos reconnaissances et gratitude à Mme **SIAIH FARIDA**, qui nous ont fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.

Il est comme même très agréable de remercier Mm **FLITI .KHIARA A** pour ses orientation et son soutien durant notre période de la pratique.

Nous profitons pour témoigner toute notre gratitude aux enseignants du département d'Agronomie, tout particulièrement les enseignants de la spécialité protection des cultures.

Enfin je remercie toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste



## *Dédicace*

Avant tout, je tiens à remercier le bon dieu et l'unique qui m'a offert le courage et la volonté nécessaire pour affronter les différentes épreuves de la vie.

Je dédie ce travail à mes chers parents pour leurs sacrifices et leurs encouragements durant toutes mes études.

À tous mes très chers frères : **Sliman .Mlaki .Fatah**

À mes très chères sœurs : **Zahia .Rokia . Nesrine**

À Tout ma famille

À tous mes chers amis :

**Mahdi. Azou .Ghazali .Marwa. Gifte. Lagmi. Rami .Anoir . Dagdog. Bahi .Haron. Sofiane .Mehamed. Carbilonce. Molay. Hicham. Ayman. Islam.**

Toutes les personnes qui me sont chères

Je dédie ce modeste travail.



*ASSAM*

## *Dédicace*

**Je dédie ce modeste travail à :**

- Mes très chers parents que dieu les protège
- Mes très chères sœurs - Mes très chers frères
- Tout(es) mes amis(es)
- Toutes les personnes qui me sont chères



*STDAHM&D*

## Résumé:

Dans le but de rechercher des molécules naturelles à effet fongicide, ce travail a porté sur l'étude de l'activité antifongique de l'huile essentielle d'une plante aromatique et médicinale de *Salvia officinalis*.

La sauge *Salvia officinalis* est une plante médicinale et aromatique de la famille des *Lamiaceae*.

L'huile essentielle a été extraite par hydrodistillation, elle a donné un rendement de 0.45%, Les résultats du test « in vitro » de l'effet des feuilles de la sauge *Salvia officinalis* sur la croissance mycélienne et la sporulation (*Fusarium sp*).

Les résultats obtenus montrent que la diminution de la croissance mycélienne synchronise avec l'augmentation de la concentration de l'huile essentielle, plus la concentration augmente plus l'effet inhibiteur augmente.

### Mots clés :

*Fusarium sp*, *Salvia officinalis*, croissance mycélienne, sporulation, huile essentielle.

With the aim of finding natural molecules with a fungicidal effect, this study focused on the antifungal activity of the essential oil of an aromatic and medicinal plant *Salvia officinalis*.

*Salvia officinalis* is a medicinal and aromatic plant in the *Lamiaceae* family.

The essential oil was extracted by hydrodistillation, giving a yield of 0.45%. The results of an in vitro test on the effect of *Salvia officinalis* leave on mycelial growth and sporulation (*Fusarium sp*).

The results obtained show that the reduction in mycelial growth synchronizes with the increase in the concentration of the essential oil, the higher the concentration, the greater the inhibitory effect.

بهدف إيجاد جزيئات طبيعية ذات تأثير فطري ، ركزت هذه الدراسة على النشاط المضاد للفطريات للزيت الأساسي للنبات العطري والطبي *Salvia officinalis*

*Salvia officinalis* هو نبات طبي وعطري في عائلة *Lamiaceae*

تم استخلاص الزيت الأساسي عن طريق الهيدروdistillation ، مما يعطي عائد قدره 0.45 ٪. نتائج اختبار في المختبر على تأثير أوراق *Salvia officinalis* على نمو الفطريات والتخفيف (*Fusarium sp*).

تُظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن الانخفاض في نمو الفطريات يتزامن مع الزيادة في تركيز الزيت الأساسي، وكلما زاد التركيز، زاد التأثير المثبط.

## Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	

### Donnée bibliographique

#### Chapitre I : Généralité sur les agrumes

I.1- Historique et du diffusion dans le monde .....	3
I.2-Position taxonomique des agrumes .....	3
I.3-Les différentes variétés d'agrumes.....	3
I.4-Les caractéristiques botaniques.....	4
I.4.1-Description botanique.....	4
I.5-Date de floraisons et de maturations des agrumes.....	8
I.6- Les exigences de l'espèce.....	8
I.6.1-L'exigence climatique.....	8
I.6.1.1-La température .....	8
I.6.1.2-La pluviométrie.....	9
I.6.1.3-L'humidité de l'air .....	9
I.6.2-Les Aléas climatiques.....	9
I.6.3-exigences édaphiques.....	9
I.7-Les maladies des agrumes.....	9
I.7-1-Les maladies à virus ou viroises.....	9
I.7-2-Les maladies bactériennes.....	10
I.7-3-Les maladies d'origine cryptogamique.....	10
I.8-1- Les principaux ravageurs des agrumes.....	11
I.8- La production des agrumes.....	12
I.8-1- Dans le monde.....	12
I.8-2-La production en Algérie.....	13

## Chapitre II : La Fusariose des agrumes

II : La Fusariose des agrumes.....	14
II-1- Caractéristiques générales des <i>Fusarium sp</i> .....	14
II-2-Classification.....	14
II.3-Le pouvoir pathogène.....	16
II.4- Dégâts.....	17
II.5-Moyens de lutte.....	17
II.5.1-Lutte agronomique .....	17
II.5.2-Lutte génétique.....	17
II.5.3-Lutte biologique.....	17

## Chapitre III : Les huiles essentielles

III.1. Définition et caractérisation .....	18
III.1.1. Définition.....	18
III.1.2. Caractérisation.....	18
III.2. Répartition et localisation des huiles essentielles dans le règne végétal.....	18
III.3. Rôle physiologique des huiles essentielles.....	18
III.4- Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	18
III.5-La sauge.....	19
III.5.1-Historique.....	19
III.5.2-Description morphologique.....	19
III.5.3- Classification ( <i>Salvia Officinalis</i> ).....	20
III.5.4-production.....	21
III.6- Usage thérapeutique de la sauge.....	21
III.6.1-Usages pharmaceutiques.....	21
III.6.2-Usages cosmétologiques.....	21
III.6.3-Usages alimentaires.....	21
III.7-Toxicologie.....	22

## Donnée expérimentale

### Chapitre I : matériels et méthodes

I- Matériels et méthodes.....	23
I.1- Objectif du travail.....	23
I.2-Matériel fongique.....	23
I.2.1- Repiquage de l'agent pathogène <i>Fusarium solani sp</i> des agrumes.....	23
I.3- Evaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle de la sauge ( <i>Salvia officinalis</i> ) vis-à-vis de <i>Fusarium sp.</i> des agrumes.....	24
I.3.1- Matériel végétale.....	24
I.3.3- Procédés de l'extraction de l'huile essentielle.....	25
I.3.3.1-La distillation par entraînement à la vapeur d'eau .....	25
I.3.3.2-Calcul du rendement d'huile essentielle.....	25
I.3.3.3- Préparation des dilutions.....	26
I.3.3.4- Conduite de l'essai de l'évaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> vis-à-vis de <i>Fusarium sp.</i> .....	27
I.4- Evaluation de la croissance mycélienne.....	27
I.5- Analyse statistique.....	28

### Chapitre II : Résultats et discussion

II-Résultats et interprétation.....	29
II.1-Caractères morphologiques d'isolat de <i>Fusarium</i> .....	29
II.1.1-Etude de l'aspect macroscopique.....	29
II.1.2- Etude de l'aspect microscopique.....	29
II.2-Evaluation de l'activité antifongique de huile essentielle des feuilles de <i>Salvia officinalis</i> sur <i>Fusarium sp.</i> Agents de pourriture sèche des racines des agrumes.....	30
II-2.1- Evaluation de l'activité antifongique sur la croissance mycélienne.....	30

II-2-2-Evaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle des feuilles de <i>Salvia officinalis</i> sur la sporulation de <i>Fusarium sp</i> .....	33
II.3- Discussion : .....	33
Conclusion générale : .....	37
Référence bibliographique .....	
Annexes .....	
Résumé .....	

## Liste des figures

<b>Figure1</b> : Les fruits des différentes espèces et variétés d'agrumes.....	5
<b>Figure 02</b> : L'arbre d'un agrume.....	5
<b>Figure 03</b> : Les feuilles d'un oranger.....	7
<b>Figure04</b> : Fleur d'un Citrus sinensis.....	7
<b>Figure 05</b> : une orange.....	7
<b>Figure 06</b> : Le tronc de Citrus sinensis.....	8
<b>Figure 07</b> : les différents dégâts des ravageurs sur les agrumes.....	12
<b>Figure08</b> : la répartition de pays productrices des agrumes dans le monde.....	13
<b>Figure9</b> : Répartition géographique du genre <i>Salvia</i> dans le monde.....	19
<b>Figure 10</b> : la sauge ( <i>Salvia officinalis</i> L.).....	20
<b>Figure N°11</b> : Aspect macroscopique de l'isolat de <i>Fusarium sp.</i> cultivé sur milieu P.D.A après 7jours.....	23
<b>Figure12</b> : la sauge ( <i>Salvia officinalis</i> L.).....	24
<b>Figure N° 13</b> : Hydro distillateur de type entraînement à la vapeur d'eau pour l'extraction de l'huile essentielle.....	25
<b>Figure N°14</b> : Protocole d'évaluation de l'effet antifongique.....	26
<b>Figure N°15</b> : l'essai de l'évaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle de la sauge vis-à-vis le <i>Fusarium sp.</i> .....	27
<b>Figure N°16</b> : Aspect macroscopique de l'isolat de <i>Fusarium sp.</i> cultivé sur milieu P.D.A.....	29
<b>Figure N°17</b> : Aspect macroscopique de l'isolat de <i>Fusarium sp.</i> Cultivé sur milieu P.D.A.....	29
<b>Figure N°18</b> : l'effet des différentes concentrations de huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> par (DMSO) sur l'isolat de <i>Fusarium sp.</i> .....	30
<b>figure N°19</b> : Effet de l'extrait des feuilles de <i>Salvia officinalis</i> (huile essentielle) sur la croissance mycélienne de <i>Fusarium sp.</i> .....	30
<b>Figure N°20</b> : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>Fusarium sp.</i> sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait huile essentielle des feuilles de <i>Salvia officinalis</i> .....	31
<b>Figure N°21</b> : l'effet des différentes concentrations de huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> par (tween) sur l'isolat de <i>Fusarium sp.</i> .....	31

<b>figure N°22:</b> Effet de l'huile essentielle des feuilles de <i>Salvia officinalis</i> sur la croissance mycélienne de <i>Fusarium sp.</i> (Originale, 2023).....	32
<b>Figure N° 23:</b> Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>Fusarium sp</i> sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait huile essentielle (par tween) des feuilles de <i>Salvia officinalis</i> .....	32
<b>Figure N°24:</b> Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat de <i>Fusarium sp.</i> sous l'effet des différentes concentrations de DMSO et l'huile essentielle des feuilles de sauge .....	33
<b>Figure N°25 :</b> Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat de <i>Fusarium sp.</i> sous l'effet des différentes concentrations de l'huile essentielle des feuilles de sauge.....	34

## Liste des tableaux

<b>Tableau N°1 :</b> classification des espèces est basée sur les caractères botaniques des agrumes.....	4
<b>Tableau N°2 :</b> Description botanique des arbres des agrumes .....	6
<b>Tableau N° 3 :</b> Les principaux ravageurs et dégâts des agrumes.....	11
<b>Tableau N°4:</b> Nomenclature des sections et espèces de <i>Fusarium sp.</i> .....	15

## Liste des abréviations

<b>% :</b> Pourcentage
<b>cm :</b> centimètre
<b>D :</b> diamètre de la colonie.
<b>d:</b> diamètre de l'explant.
<b>g :</b> gramme
<b>L :</b> croissance mycélienne.
<b>M :</b> Masse de la plante en gramme
<b>m:</b> mètre
<b>M':</b> Masse d'huile essentielle en gramme.
<b>ml :</b> milliliter
<b>P.D.A :</b> Potato dextrose agar
<b>HE :</b> Huile essentielle
<b>RHE :</b> Rendement en huile essentielle
<b>Ti% :</b> taux d'inhibition de la croissance mycélienne

## **Introduction :**

Pendant des siècles, l'homme s'est toujours soigné par les plantes, de manière empirique, guidé par la tradition ou les coutumes. La plupart des grands médecins du passé ont été des phytothérapeutes (Goeb, 1999).

Les agrumes sont sensibles à l'attaque d'agents phyto-pathogènes tels que les *Fusarium spp.* Leur développement rapide et insidieux, engendre la destruction complète de l'arbre, cet agent tellurique occasionne des dégâts avec des conséquences désastreuses sur le rendement et la qualité de la récolte. Contre ce genre de fléaux, la prévention ainsi que l'utilisation des produits chimiques représentent à l'heure actuelle la solution la plus efficace. Cependant, les inconvénients liés à l'utilisation répétée des produits de synthèse entraîne souvent la pollution de l'environnement, l'apparition de souches résistantes et augmente la quantité des résidus sur les fruits (ITAFV, 2012 ; Ozbay et Newman, 2004).

En Algérie, l'agrumiculture possède une collection variétale composée de 178 espèces d'agrumes qui constitue un patrimoine génétique inestimable (Karboua, 2002). Elle occupe une place importante, et représente pour le pays un intérêt économique et social.

C'est pourquoi les scientifiques sont à la recherche d'alternatives moins dangereuses. Ils se sont alors orientés vers la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles antifongiques plus sécuritaires pour les humains et pour l'environnement. Parmi ces substances naturelles figurent les huiles essentielles des plantes aromatiques.

Dans le but de contribuer à exploiter les plantes poussant en Algérie et réputées pour leurs vertus médicinales, nous avons fait l'extraction d'huile essentielle par «vapo-hydro distillation» de *Salvia officinalis*, cueillie dans la région de Mostaganem et leur action sur l'activité antifongique

Le présent travail, a pour objectif de mettre en évidence l'activité antifongique de l'huile essentielle de La sauge. Il s'agit d'étudier leurs actions sur les deux séquences biologiques (croissance mycélienne et sporulation) du champignon phytopathogènes *Fusarium sp.*, agent de la fusariose sur agrumes.

. La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique mettant l'accent sur trois chapitres; le premier chapitre traite des généralités sur les agrumes, le second présente la maladie fongique, et le troisième chapitre est consacré aux huiles essentielles de la sauge

- La deuxième partie est réservée à l'étude expérimentale. Elle est subdivisée en deux chapitres; L'un présente le méthode et le technique utilisées pour la réalisation de ce travail alors que, l'autre est consacré à la présentation et la discussion des résultats obtenu

# **Chapitre I :** **généralités sur les** **agrumes**

## I. Généralité sur agrumes

### I.1- Historique et du diffusion dans le monde

Selon Praloran (1971), les premiers agrumes furent plantés au Brésil dès 1540, et en Floride dès 1565, en Californie en 1767 et en Australie en 1788, aujourd'hui la plupart de ces plantes sont cultivés dans un domaine climatique très déférent de leur aire traditionnelle, plus de 60% se rencontrent en effet entre les 30° et 40° Nord ou le gel n'est pas inconnue, et 50% dans le domaine aride.

Les agrumes sont originaires principalement dans le Sud-est Asiatique, à l'état naturel, ces arbres viennent dans des régions recevant au moins 1 200 mm de précipitation pour le rôle de l'irrigation (Praloran, 1971 : Parfonry, 2001).

### I.2-Position taxonomique des agrumes :

D'après Praloran, 1971 la position taxonomique des agrumes est celle indiquée comme suite :

**Règne :** Végétale

**Embranchement :** *Angiospermes*

**Classe :** *Eudicotes*

**Sous classe :** *Archichlomydeae*

**Ordre :** *Germinale (Rutales)*

**Famille :** *Rutaceae*

**Sous-famille :** *Aurantioideae*

**Tribus :** *Citreae*

**Sous-tribu :** *Citrinae*

**Genre :** *Poncirus, Fortunella et Citrus*

### I.3-Les différentes variétés d'agrumes

Les variétés d'agrumes sont très nombreuses. Elles sont même en constante augmentation car de nouveaux hybrides apparaissent régulièrement sur les marchés (Virbel-Alonso, 2011), parmi les variétés cultivées : Orange , mandarine , Clémentine, Pomelos , Citrons, Limes, Pamplemousses

Esclapon,1975 donne une classification des espèces est basée sur les caractères botaniques propres à ces diverses espèces, qui son présentés dans les tableaux suivants.

**Tableau N°1** :classification des espèces est basée sur les caractères botaniques des agrumes

Groupes	Caractères	Espèces
Groupe I	Les espèces de ce groupe ont quelques caractères en communs comme de jeunes pousses vertes, des fleurs blanches, des feuilles avec un limbe caractérisé par la présence d'un pétiole plus ou moins important (pétiole ailé),persistantes et un fruit généralement de forme sphérique	<b>Oranger amer</b> (Citrus aurantium ou C.bigaradier) <b>Oranger doux</b> (Citrus sinensis) <b>Clémentinier</b> (hybride : Mandarinier x Bigaradier) <b>Pamplemoussier</b> (Citrus grandis) <b>Pomelo ou Grape-fruit</b> (Citrus paradisi)
Groupe II	Comme pour le premier groupe, les espèces ont des caractères en communs comme les jeunes pousses violacées fleurs blanche , rose violacé en dehors, des feuilles a pétiole non ailé et persistantes, les fruits jaunes pâles et allongés à écorces adhérentes à la pulpe	<b>Citronnier</b> (Citrus limon) <b>Cédratier</b> (Citrus medica) <b>Limettier</b> (Citrus latifolia)
Groupe III	Les jeunes pousses sont vertes, les fleurs blanches, les feuilles trioliés et caduques les fruits petits, globuleux et jaune pâle, à écorce rude et non comestible.	<b>Oranger trifolié</b> (Poncirus trifoliata)



**Figure1 : Les fruits des différentes espèces et variétés d'agrumes**

## **I.4-Les caractéristiques botaniques**

### **I.4.1-Description botanique**

Parmi les classifications actuellement proposé est celle de Swingle 1948, Elle base sur la couleur de feuille, la couleur et la forme de fruit, caractère des pétiole.les arbres des agrumes Ce sont des petits arbres dont la hauteur ne dépasse pas le 10 mètres(Figure01) leurs branches âgées sont fréquemment inermes.( Swingle 1948 ; Mackee, 1985).



**Figure 02 : L'arbre d'un agrume.**

Caractère	Descriptive
Les feuilles	leurs feuilles sont persistantes, elles sont simples, alternes entières ou dentées ayant une forme allongée, mais généralement ces caractéristiques varient avec l'espèce et la variété (Mackee, 1985).
Les fleurs	Les fleurs des agrumes sont généralement de couleur blanche, hermaphrodites, de 4 à 5 pétales imbriqués, très odorantes (Mackee, 1985). elles sont solitaires ou en petites grappes colymbiformes ((Swingle, 1948)
Les fruits	Il est constitué des quartiers remplis des petites vésicules très juteuses.
Le tronc	il ne dépasse pas le 1 m de hauteur, on limite sa croissance par la taille de formation pour favoriser le développement des futures charpentières (Mackee, 1985). au niveau du tronc que se situe la ligne de greffe résultant de l'association de la variété et du porte-greffe

**Tableau N°2** : Description botanique des arbres des agrumes



Figure 03 : Les feuilles d'un oranger (<http://thierrymartincoutin.free.fr>)



Figure04: Fleur d'un Citrus sinensis ([www.aujardin.info](http://www.aujardin.info))



Figure 05 : une orange ([www.intrfel.com](http://www.intrfel.com)).



Figure 06 : Le tronc de Citrus sinensis ([www.flickr.com](http://www.flickr.com))

## I.5-Date de floraisons et de maturations des agrumes

L'époque de la floraison est fonction de l'espèce et du climat, la floraison commence par le processus d'induction florale, il passe alors d'un état végétatif à un état reproducteur qui dure un mois et demi, à deux mois plus tard se produit la différenciation florale, les fruits d'agrumes sont cueillis quand ils ont atteint le stade de maturité optimal (Mackee, 1985 ; Praloran, 1971 ; Jacquemond et al, 2009)

## I.6- Les exigences de l'espèce

### I.6.1-L'exigence climatique

Les agrumes dépendent de plusieurs facteurs climatiques qui influencent leur croissance parmi ces facteurs climatiques : (Rebour, 1950)

#### I.6.1.1-La température :

La température joue un rôle très essentiel, les agrumes sont très sensibles au froid, les clémentiniers et les mandarines exigent des températures très douces par contre les oranges ont des exigences de température très importantes. L'activité de croissance des agrumes commence à 13°C et se poursuit jusqu'à 36°C (Rebour, 1950)

### **I.6.1.2-La pluviométrie :**

La pluviosité joue un rôle secondaire par apport à la température, les faibles précipitations et l'absence presque totale de précipitation estivale peuvent être corrigée par l'irrigation, L'eau annuelle nécessaire est de 1000 à 1200 mm par hectare (Rebour, 1950)

### **I.6.1.3-L'humidité de l'air :**

L'humidité de l'aire influence sur les arbres des agrumes et aussi sur leur production, une forte humidité atmosphérique elle peut endommager les arbres des agrumes et les attaques des champignons sont élevées sur les fruits

### **I.6.2-Les Aléas climatiques**

- **Le vent :** Les jeunes arbres sont particulièrement sensibles au vent, les vents desséchants provoquent des dommages, les agrumes doivent être protégés par des rideaux brise-vents

### **I.6.3-exigences édaphiques**

Les agrumes préfèrent les sols profonds au pH neutre à légèrement acide (compris entre 6 et 7.5), sans excès de calcaire et suffisamment riches en matière organique sont idéal pour l'implantation des vergers (Rebour, 1955 ; Loussert, 1985)

## **I.7-Les maladies des agrumes**

### **I.7-1-Les maladies à virus ou viroïdes**

Les agrumes sont soumis aux problèmes de la propagation des maladies à virus, parmi les maladies virales qui touchent les agrumes dans le monde sont :

**L'Exocortis :** est une maladie à viroïde signalée dans l'ensemble du bassin méditerranéen se transmet par voie mécanique, elle cause une mauvaise circulation de la sève, induit par l'écaillage, entraînant un affaiblissement général de l'arbre ((Loussert, 1989)

**La Tristeza :** C'est la maladie la plus dangereuse, elle est transmise par le greffage et bouturage parmi leurs symptômes : une nécrose du phloème dans l'écorce, un arrêt du mouvement de la sève élaborée vers les racines ((Loussert, 1989)

**La Cachexie :** Appelée aussi Xyloporose elle cause la diminution de la vigueur des arbres (Loussert., 1989,)

### **I.7-2-Les maladies bactériennes**

Selon (Loussert, 1989), Les maladies bactériennes importantes et qui touchent les agrumes un peu partout dans le Monde sont : Le Stubborn : est un micro- organisme à structure proche de celle des virus, il peut être transmis d'arbre malade des arbres sains par les cicadelles, cette maladie provoque une déformation en glandes des fruites

### **I.7-3-Les maladies d'origine cryptogamique**

Les maladies d'origine cryptogamique qui attaquent les agrumes touchent les différents organes végétatifs,

#### **La Pourriture sèche racinaire**

D'après, Loussert, 1989, la pourriture sèche racinaire définie comme étant une maladie qui est causée par *Fusarium sp.* Cette maladie provoque des conséquences très graves sur les agrumes, elle peut provoquer la mort brutale des arbres, un dépérissement unilatéral, et une pourriture sèche des racines avec une coloration brune ou marron

#### **Le Mal seco :**

C'est une maladie qui est causée par *Phoma tracheiphila*, qui se développe dans le tissu conducteur, cette maladie provoque un dessèchement des grosses branches et des taches noires sur les rameaux ( Loussert, 1989)

#### **La fumagine**

Loussert définit la fumagine comme étant une maladie causée par une forte attaque de cochenille et des pucerons

### I.8-1- Les principaux ravageurs des agrumes

Les principaux ravageurs des agrumes sont reportés dans le tableau suivant (Bich,2012, Loussert, 1989)

**Tableau N° 3** : Les principaux ravageurs et dégâts des agrumes

Ravageurs	Dégâts
Puceron	Avortement des fleurs et déformation des très jeunes feuilles. Développement d'abondantes colonies de pucerons sur les parties jeunes des arbres (Bich,2012) Les jeunes pousse s'enroulent puis la partie la plus tendre des feuilles prendre une forme incurvée (Loussert, 1989)
Cératite	Causé une murissement précoce puis la chute des feuilles (Loussert, 1989)
Cochenille	Attaquent les feuilles, les rameaux, et les fruits. Développement de la fumagine, chute des feuilles et dépérissement des fruits (Bich,2012)
Acariens	Cause la déformation, la chutes des bourgeons, des fruites et des feuilles, la nécroses, (Bich, 2012, Loussert, 1989)
Nématodes	Cousent des graves dommages qui se traduisent par un jaunissement des feuilles (Loussert, 1989) Un ralentissement de croissances des arbres des agrumes (Bich, 2012)

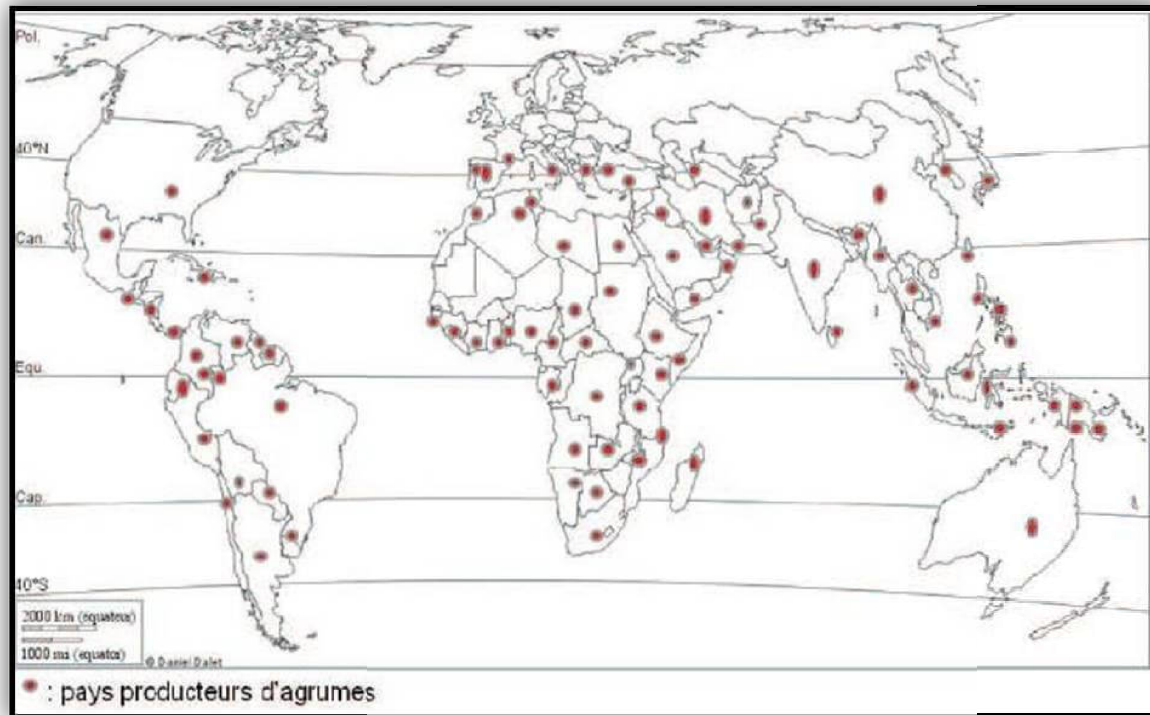


**Figure 07:** les différents dégâts des ravageurs sur les agrumes (Bich, 2012)

## **I.8- La production des agrumes**

### **I.8-1- Dans le monde**

Les agrumes représentent la plus importante culture d'arbres fruitiers au monde : cultivés dans 168 pays sur une surface de 12.7 millions d'hectares, la production du secteur est d'environ 202 millions de tonnes (15.8 t/ha de rendement en moyenne) pour une valeur de production brute de 66.4 milliards de dollars US\$ en 2019 (FAOSTAT, 2019). Au niveau mondial, la production et la superficie récoltée ont augmenté au cours des 10 dernières années (+29 % et +13 % respectivement). Plus de 50 % de la production mondiale d'agrumes



**Figure08:** la répartition de payes productrices des agrumes dans le monde(FOA,2013)

### **I.8-2-La production en Algérie**

L'Algérie disposait d'une superficie de 45 000 ha en agrumes à l'indépendance, Les principales wilayas agrumicoles sont: Blida (15809 ha), Chlef (5777 ha), Alger (5065ha), Relizane (4417 ha), Mascara (4232 ha), Mostaganem (4079 ha) et Tipasa (3725ha). (Houaoura, 2013)

# **Chapiter II: Fusariose des agrumes**

## II : La Fusariose des agrumes

### II-1- Caractéristiques générales des *Fusarium sp*

Le genre *Fusarium* comprend près de 40 espèces, souvent cosmopolites peuvent, ainsi, attaquer les céréales (maïs, blé, orge et avoine), des légumes, des plantes ornementales et beaucoup d'arbres fruitiers (Ehouiti, 2018).

Le genre *Fusarium* comprend un grand nombre d'espèces fongiques qui peuvent être pathogènes pour les plantes, provoquant des maladies dans plusieurs cultures importantes sur le plan agricole, y compris les céréales, et peuvent également être nocives pour les humains et les animaux car beaucoup d'entre elles sont toxigènes. L'identification des espèces mycotoxigènes de *Fusarium* reste encore un enjeu des plus critiques, étant donné que le nombre d'espèces reconnues dans le genre n'a cessé d'évoluer au cours du siècle dernier en fonction des différents systèmes taxonomiques. Outre l'identification morphologique, les critères actuels d'identification des espèces de *Fusarium* sont également basés sur la reconnaissance biologique et phylogé

Selon Mathioudi et al., 1987 La pourriture sèche des racines d'agrumes ou "dry root rot" une maladie qui se manifeste actuellement dans plusieurs pays, cause des dégâts très graves, cette maladie serait à l'origine de la destruction de plus de 30% des arbres d'une région agrumicole en Grèce.

nétiq ue des espèces. Cependant ces critères concordent rarement entre eux (Moretti, 2009)

### II-2-Classification

Le première description du genre *Fusarium* a été réalisée par Link, 1809 de le non latin *fusus* (fuseau). Comprend près de 40 espèces, souvent cosmopolites, il appartient à la division des Ascomycètes (Nelson et al, 1983), qui présentaient une taxonomie plus compliquée avec des espèces récemment, grâce à l'utilisation des techniques de biologie moléculaire ce classement a été amendé par Burgess et al., (1994).

<b>Règne</b> .....	Fungi
<b>Division</b> .....	Ascomycota
<b>Subdivisio</b> .....	Pezizomycotina
<b>Classe</b> .....	Sordariomycetes
<b>Sous classe</b> .....	Hypocreales
<b>Ordre</b> .....	Nectriaceae
<b>Genre</b> .....	<i>Fusarium</i>

Le classement actuel utilisé pour le genre *Fusarium*, dérive de celui de Nelson et al. (1983) lesquels regroupent les *Fusarium* dans 15 sections. Ce classement a été corrigé par Burgess et al. (1994), puis par d'autres chercheurs grâce à l'utilisation des techniques de biologie moléculaire (Leslie et Summerell, 2006). Ces techniques ont permis notamment de reclasser certaines variétés dans de nouvelles espèces (Carter et al., 2000 ; Aoki et O'Donnel, 1999 ; Benyon et al., 2000) (Tableau ).

**Tableau N°4:** Nomenclature des sections et espèces de *Fusarium* (Rossman et al., 1999 ; Schroers et al., 2011 ; Grafenhan et al., 2011).

Section selon Wollenweber & Reinking (1935)	) Section actuelles	Principales espèces	Téléomorphes connus
Eupionnotes		F.dimerum, F.merismoides	Nectria*
Macronia	Macronia		Nectria*
Spicarioides	Spicarioides		Albonectria
Submicrocera	Retirée des <i>Fusarium</i>		
Pseudomicrocera	Retirée des <i>Fusarium</i>		
Arachnites	Retirée des <i>Fusarium</i>		
Sporotrichiella	Sporotrichiella	F.poa, F.tricinctum, F.sporotrichioides	Non connu
Roseum	Roseum	F.avenaceum	Gibberella
Arthrosporiella	Arthrosporiella	F.semitectum	Non connu
Gibbosum	Gibbosum	F.equiseti, F.acuminatum	Gibberella
Discolor	Discolor	F.culmorum, F.graminearum, F.sambucinum	Gibberella
Lateritium	Lateritium	F.lateritium	Gibberella
Liseola	Liseola ou complexe G. fujikuroi	F.verticillioides, F.proliferatum	Gibberella
Elegans	Elegans	F.oxysporum	Non connu
Martiella	artiella Ventricosum	F.solani	Haematonectria

La taxonomie morphologique des espèces du genre *Fusarium* repose principalement sur la Forme et l'abondance de leurs structures reproductives asexuées et sur leur culture

Caractéristiques. Les caractéristiques morphologiques comprennent la forme et la taille des macroconidies et leurs cellules basales du pied

### II.3-Le pouvoir pathogène

Plus de 10 000 espèces de champignons peuvent causer des maladies chez les plantes. Le genre *Fusarium* est largement présent dans la nature sous forme de saprophytes dans les sols et les légumes en décomposition qui sont couramment associés à différentes variétés d'agrumes et peuvent causer des maladies graves. Certaines espèces sont végétales parasites dont les pathotypes spécialisés provoquent la pourriture de la tige, les maladies de l'oreille, le flétrissement vasculaire, la pourriture des fruits (**Abd-Elgawad et al., 2010, Booth, 1971**)

*Fusarium solani* est associé à deux types de syndromes, à savoir la pourriture sèche des racines et la pourriture chronique des racines nourricières, qui provoquent un lent déclin des agrumes (**Bender et al., 1982**). Provoque le déclin progressif de la canopée des arbres, le flétrissement, la défoliation et le dépérissement des rameaux.

*Fusarium solani* est l'espèce la plus commune, impliquée dans les fusarioses rencontrées aux patients diabétiques. Il peut également être responsable des ulcères cornéens (**del Palacio et al., 1985 ; Gari-Toussaint et al., 1997 in Ghorri,2015**)

Selon (**Trenholm et al., 1988**) , Les *Fusarium* sont des champignons phytopathogènes qui contaminent les céréales, les légumes, les arbres fruitiers et provoquent des maladies nommées Fusarioses, cette maladie cause la pourriture des racines, tiges et fruits ; il contribué aussi la dégradation du système vasculaire.

Les espèces du genre *Fusarium* peuvent causer la fonte des semis, la pourriture des racines et du collet (**Pauvert, 1984**), et produisent de mycotoxines qui influence sur la santé de l'homme, sur la productivité animale et sur le commerce national et international. La FAO estime que plus de 25 % des récoltes mondiales sont significativement contaminées par des mycotoxines (**KRSKA, 2009**).

## II.4- Dégâts :

*Fusarium solani* est un champignon du sol qui provoque selon la plante infestée un dépérissement racinaire, la formation de chancres mous brun foncé à noirs sur les tiges, soit au niveau des nœuds soit aux niveaux de plaies. Une section transversale de la tige montre au cœur une tâche noire qui peut s'étendre sur une grande longueur. A des stades avancés, il peut apparaître sur les zones de chancre de minuscules structures orangées ou brun clair : les périthèces (fructifications du champignon) ou un mycélium blanc .

## II.5-Moyens de lutte

### II.5.1-Lutte agronomique

Elle consiste à stopper la culture de la plante qui héberge le *Fusarium* pendant plusieurs années. Ainsi l'arrêt de l'exploitation des champs garantit l'apparition des chlamydospores (Smahi , 2008).

### II.5.2-Lutte génétique

Elle consiste à introduire des gènes de résistance au niveau des plantes appelées plantes transgénétique. Ces gènes sont responsables de la synthèse de protéines capables d'éliminer le phytopathogène (Smahi, 2008).

### II.5.3-Lutte biologique

La lutte biologique peut être définie comme étant l'utilisation d'organismes vivants pour supprimer un phytopathogène sans avoir des effets néfastes pour la plante. Ces agents naturels sont réunis sous le concept de biopesticides (Lepoivre, 2003).

De nombreux travaux se sont intéressés à l'étude des agents de lutte biologique pour surmonter les problèmes de résistance associés aux fongicides, un grand nombre de bactéries et champignon antagonistes de *Fusarium* ( Ghorri , 2015 ; Hamel , 2016 ; Abed , 2017).

Il a été démontré aussi que des souches de *F. oxysporum* non pathogènes pour une espèce végétale peuvent entrer en compétition pour les nutriments ou la colonisation racinaire avec des souches de *F. oxysporum* pathogènes . Ainsi, l'activité infectieuse des formes spéciales de *F. oxysporum* peut-être limitée par cette compétition (Mahdi , 2011).

# **Chapiter III : Les huiles essentielles**

### **III.1. Définition et caractérisation :**

#### **III.1.1. Définition :**

On appelle huile essentielle (ou parfois « essence végétale ») le liquide concentré et hydrophobe des composés aromatiques (odoriférants) volatils d'une plante. Il est obtenu par extraction mécanique, entraînement à la vapeur d'eau ou distillation à sec. Leur chimie est complexe mais, en général, elles sont un mélange de terpènes, d'alcools, d'aldéhydes, de cétones et d'esters (Padrini et Lucheroni, 1997).

#### **III.1.2. Caractérisation:**

Les huiles essentielles sont des substances odorantes, huileuses, volatiles, très réfringentes, hydrophobes, incolores ou jaunâtres, inflammables s'altérant facilement à l'air en se résinifiant. (Durvelle, 1930).

### **III.2. Répartition et localisation des huiles essentielles dans le règne végétal:**

Les Huiles essentielles sont synthétisées dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent dans des cellules glandulaires recouvertes d'une cuticule. Les cellules endodermales se situent toujours à l'abri de ces substances, grâce à la présence d'un autre type de cellules appelées les cellules de gardes. La forme et le nombre des structures histologiques sécrétrices varient d'une famille botanique à l'autre et même d'une espèce à une autre. Néanmoins, plusieurs catégories de tissus sécréteurs peuvent coexister simultanément chez une même espèce (Karray et al., 2009).

### **III.3. Rôle physiologique des huiles essentielles :**

Beaucoup de plantes produisent des Huiles essentielles en tant que métabolites secondaires. Leur rôle exact dans le processus de la vie de la plante reste encore mal connu. Selon ( Bakkali ,2008 ) .

#### **III.4- Méthodes d'extraction des huiles essentielles**

- La distillation à vapeur d'eau
- La pression à froid
- L'extraction avec du solvant
- L'enfleurage...
- Hydro diffusion
- Extraction assistée par micro-ondes
- Extraction par fluide à l'état supercritique

### III.5-La sauge

#### III.5.1-Historique

Signifie «sauver», «guérir» ; C'est une des plantes sacrées des anciens. Les Romains la récoltaient avec un cérémonial special. Ses effets dus à son huile essentielle et la présence d'un œstrogène avait déjà été observé aussi bien par les Romains que les Égyptiens. e (Perry et al., 1996; Putievsky et al., 1992).

Les régions méditerranéennes orientales sont l'origine de cette plante vivace, elle préfère les terrains chauds et calcaires. Ce genre est distribué dans trois régions principales dans le monde . 530 espèces à l'Amérique centrale et latine, 250 espèces en Asie centrale et en régions méditerranéennes, 30 en Afrique du Sud et 90 espèces en Asie de l'Est (Walker et al, 2004) .

Selon Ibn El Beytar, les andalous la nomment "essalma" qui ajoute qu'elle est appelée "salbia" par les botanistes en Espagne. L'algérien indique l'expression "soukennebi" comme synonyme de Saleme (Khiredine, 2014).

La sauge croit de manière spontanée et en culture de long de tout le bassin méditerranéen, depuis l'Espagne jusqu'à la Turquie, et dans le nord de l'Afrique (fig.02). Cette plante est assez cultivée en Algérie (Baba, 2000 ; Alloun, 2013).

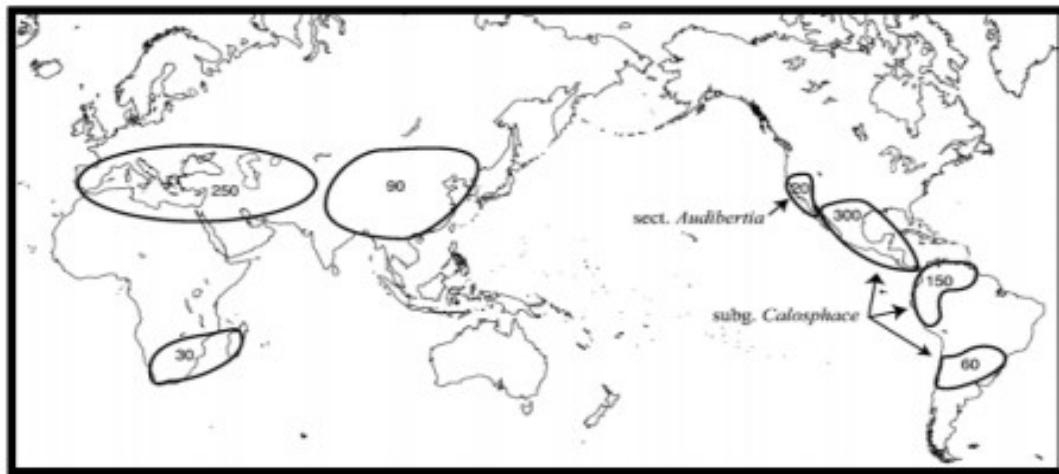


Figure9: Répartition géographique du genre *Salvia* dans le monde (Walker et al., 2004).

#### III.5.2-Description morphologique

Cette plante vivace à tige ligneuse à la base, formant un buisson dépassant parfois 80cm, rameaux vert-blanchâtre, feuilles assez grandes, épaisses, vert-blanchâtres, et opposées; fleurs bleu-violacé clair en épis terminaux lâches, disposées par 3 à 6 en verticilles espacés. Calice

campanulé à 5 dents longues et corolle bilabée supérieure en casque et lèvre inférieure trilobée; fruits en forme de tétra akènes (Fig. 1) (Madi, 2010).

### III.5.3- Classification (*Salvia Officinalis*)

**Règne :** Plantae

**Sous-règne :** Tracheobionta

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Magnoliopsida

**Sous-classe :** Asteridae

**Ordre :** Lamiales

**Famille :** Lamiaceae

**Genre :** *Salvia*

**Nom binominal :** *Salvia Officinalis*L., 1753



**Figure 10 :** la sauge (*Salvia officinalis* L.) (Originale, 2023)

### III.5.4-production

La culture peut se faire par semis ou par plantation. Habituellement est de semer à partir de la mi-avril ; il est également possible de semer début août, mais le temps plus sec peut entraîner des problèmes de germination.

des difficultés apparaissent lors de la levée. Souvent, les jeunes pousses sont L'année du semis, le sol est broyé, car il ne contient pas encore les

ne présente pas de teneur en substances nutritives. La première coupe est effectuée l'année suivante, avant la floraison. année avant la floraison. A ce moment-là, en général fin

qui peut être cultivée plusieurs années, est coupée deux à trois fois par an.

Afin d'obtenir une pousse vigoureuse au printemps, il faut, lors de la ne pas couper à plus de 10 - 15 cm du sol. (Dachler et al., 1999)

### III.6- Usage thérapeutique de la sauge

#### III.6.1-Usages pharmaceutiques:

L'huile essentielle de la sauge est encore utilisée en condiments d'assaisonnement, viandes traitées et liqueurs. Outre ces utilisations, les feuilles de la sauge (*S. officinalis*), montrent une gamme des activités biologiques; antibactérienne, antifongique, antivirale et astringente (Djerroumi et Nacef, 2004).

La sauge était un composant fréquent des mélanges de tisanes, recommandés pour les patients tuberculeux (Duling et al., 2007).

#### III.6.2-Usages cosmétologiques :

Les espèces *Salvia* ont un grand intérêt en cosmétologie, dont les extraits de *S. officinalis* et *S. lavandulaefolia* 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 bouches (Radulescu et al., 2004).

#### III.6.3-Usages alimentaires :

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 antioxydant élevée. La Sauge officinale est riche en huiles essentielles que l'on extrait par distillation, vu ses propriétés importantes, elle est l'une des plantes les plus utilisées (Radulescu et al., 2004).

### III.7-Toxicologie

Généralement, il n'y a pas de rapports sur les effets secondaires négatifs associés à *Salvia officinalis* L. Malgré leur utilisation pendant de nombreux siècles. L'utilisation normale de la sauge est très sûre ; cependant, il pourrait y avoir un effet négatif sur l'utilisation de *Salvia officinalis* en quantité excessive, ce qui peut être causé par le contenu élevé de la thuyone (Hamidpour et Shahlari, 2014).

L'huile essentielle (HE) de *Salvia officinalis* peut contenir jusqu'à 50% de thuyone qui peut se révéler épiléptisante et neurotoxique. Néanmoins, aucune toxicité aigüe ou chronique n'a été signalée après emploi aux doses usuelles des feuilles de sauge et de son huile essentielle (jusqu'à 15 gouttes par jour).

Cependant, la thuyone provoque non seulement un effet local irritant, mais également des effets centraux psycho mimétiques, après sa résorption. Une consommation chronique de thuyone peut ainsi conduire à des troubles irréversibles du système nerveux central, à des perturbations des fonctions hépatiques, rénal et cardiaques. Dans la mesure où la quantité de drogue employée à des fins culinaires reste faible, pour les consommateurs. Une toxicité aigüe après administration d'une forte dose d'HE (2 g et plus). Ainsi, la consommation régulière de sauge, même sous forme de tisane ne parait pas recommandée (Teuscher et al., 2005)

**Donnée expérimentale**

# **Chapitre I : Matériels et méthodes**

## I- Matériels et méthodes

### I.1- Objectif du travail

Notre étude traite l'évaluation de l'effet d'un extrait l'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur la croissance et la sporulation de l'agent pathogène *Fusarium sp.*

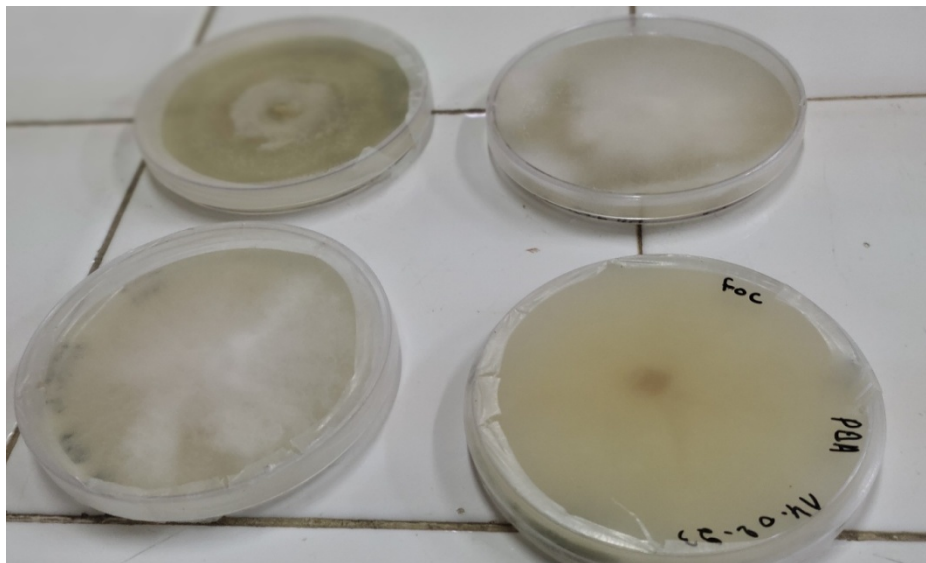
### I.2-Matériel fongique

L'isolat de *Fusarium sp.* utilisée dans cette étude a été conservé au niveau du laboratoire de protection des végétaux. Il a été isolé en 2017, à partir d'un clémentinier présentant des symptômes de dépérissements, situé dans la région de Bouguirat wilaya de Mostaganem.

#### I.2.1- Repiquage de l'agent pathogène *Fusarium sp.* des agrumes

Le repiquage correspond au prélèvement d'une partie d'une culture de champignon pour la transplanter sur un milieu neuf ou il continuera sa croissance. Le choix des milieux de culture pour tous parasites dépend de ses exigences nutritionnelles (**Rappily, 1969**).

On a fait un repiquage de champignon sur le milieu PDA stérile dans des boîtes de Pétri à raison de 15 ml par boîte, l'ensemencement se réalise avec des explants de 5mm de diamètre, prélevés de la périphérie d'une culture âgée de 1ans, à l'aide d'un emporte-pièce stérile. Ces explants sont déposés au centre de la boîte de pétri dans des conditions de travail rigoureuses tel que la stérilisation du matériel du manipulateur pour éviter toute contamination de la souche. Les boîtes sont incubées à 25°C.



**Figure N °11** : Aspect macroscopique de l'isolat de *Fusarium sp.* cultivé sur milieu P.D.A après 7jours

Pour l'estimation de la croissance mycélienne, la technique employée est celle décrite par (Brewer 1960) et Leach (1962) in Loubelo (1992), qui consiste à mesurer la croissance linéaire et diamétrale des colonies en les appliquant à la formule suivante :

$$L = D - d/2$$

Où : **L** : croissance mycélienne.

**D** : diamètre de la colonie.

**d** : diamètre de l'explant.

Afin d'établir la vitesse de croissance en fonction du temps, des mesures journalières du diamètre de la colonie sont effectuées

(Rappily, 1969).

### I.3- Evaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle de la sauge (*Salvia officinalis*) vis-à-vis de *Fusarium sp.* des agrumes

#### I.3.1- Matériel végétale

La plante *Salvia officinalis* a été récoltée du jardin du site 3 (ex : ITA) de l'Université de Mostaganem et city universitaire de Madjdoube . Les feuilles de la sauge sont utilisées comme source de huile essentielle pour évaluer un éventuel effet inhibiteur de la croissance mycélienne et sporulation de *Fusarium sp.*



Figure12 : la sauge (*Salvia officinalis* L.) (Originale, 2023)

### I.3.3- Procédés de l'extraction de l'huile essentielle

#### I.3.3.1-La distillation par entraînement à la vapeur d'eau

Distillation à la vapeur saturée : «vapo-hydro distillation» : c'est le procédé le mieux adapté à l'extraction des essences, surtout si elles sont destinées à des fins thérapeutiques (**Bego, 2001**). Le matériel végétal, dans ce cas, n'est en contact avec l'eau, se trouve supporté par une grille ou une plaque perforée placée à une distance adéquate du fond de l'alambic, rempli d'eau. Sous l'action de la chaleur, l'eau se transforme en vapeur et passe à travers les plantes en entraînant les molécules aromatiques vers un système de refroidissement. La vapeur d'eau chargée ainsi d'essence retourne à l'état liquide par condensation. Le produit de la distillation se sépare donc en deux phases distinctes : l'huile et l'eau condensée que l'on appelle eau florale ou hydrolat (**Anes et al., 1968 in Benjilali, 2004; Belaiche, 1979**).



**Figure N° 13:** Hydro distillateur de type entraînement à la vapeur d'eau pour l'extraction de l'huile essentielle.

**A :** Dispositif de l'entraînement à la vapeur d'eau

**B :** l'huile essentielle de la sauge.

#### I.3.3.2-Calcul du rendement d'huile essentielle

Selon la norme Afnor (1986), le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après extraction et la masse de la matière végétale utilisée. Il est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$\text{RHE} = \frac{M'}{M} \times 100$$

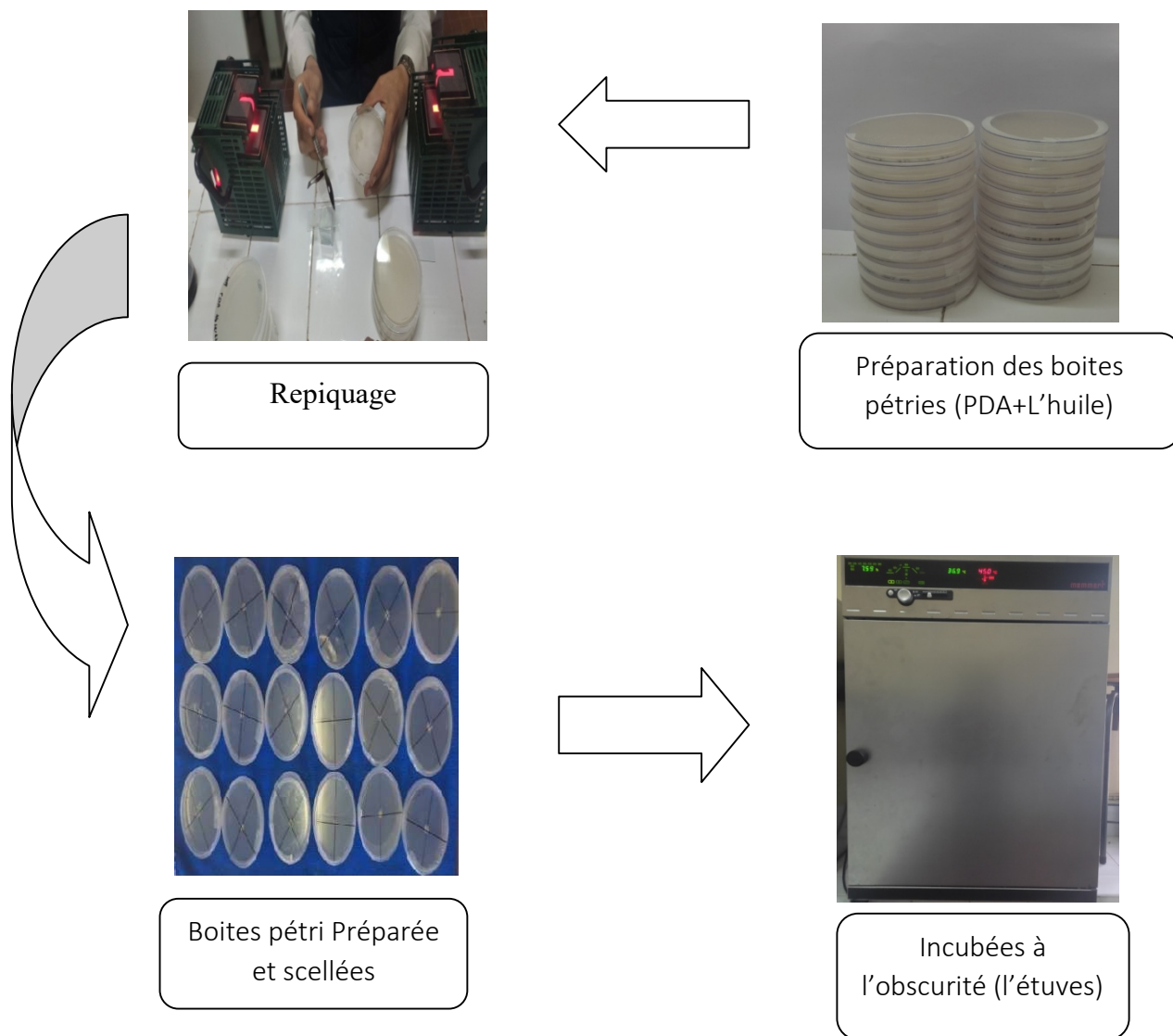
**RHE :** Rendement en huile essentielle en %.

$M'$  : Masse d'huile essentielle en gramme.

$M$  : Masse de la plante en gramme.

### I.3.3.3- Préparation des dilutions

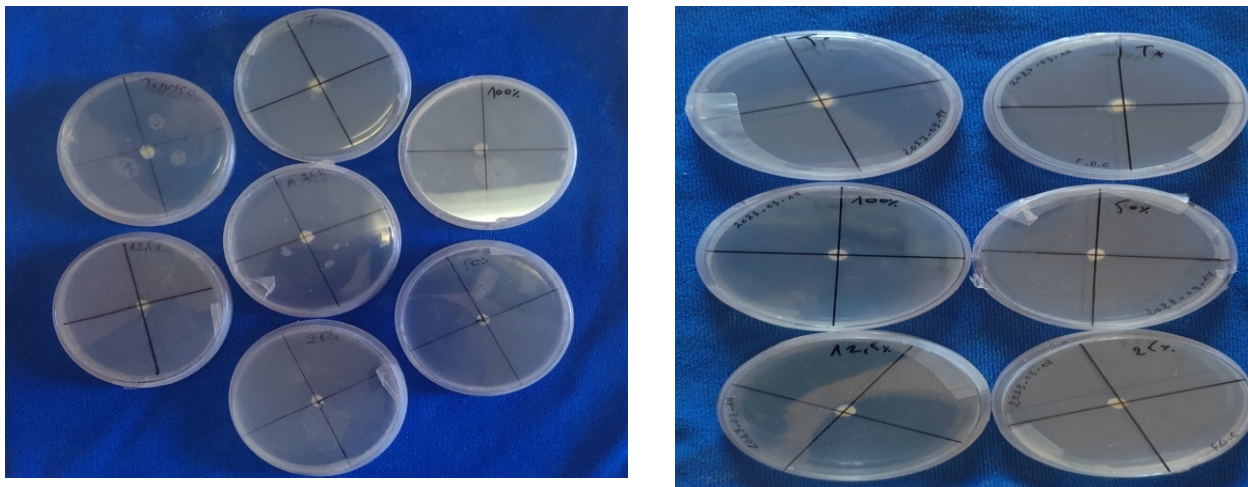
L'huile essentielle est solubilisée dans des volumes variables de Tween à 20 % et DMSO en vue d'obtenir des mélanges homogène à différentes concentrations ; 100%, 50% ,25% ,12.5%,6.25% et tween à 20 % et DMSO comme témoin positif .



**Figure N°14** : Protocole d'évaluation de l'effet antifongique

### I.3.3.4- Conduite de l'essai de l'évaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* vis-à-vis de *Fusarium sp.*

1,5 ml de chaque dilution de l'huile essentielle sont ajoutés aseptiquement à 12ml de milieu de culture PDA et 1,5 ml de DMSO. Après solidification, chaque boîte est ensemencée à l'aide d'un disque mycélien de 5mm de diamètre provenant du front de croissance des cultures âgés d'une semaine. Les boîtes sont incubées à 25°C ; trois répétitions sont retenues pour chaque concentration.



**Figure N°15:** l'essai de l'évaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle de la sauge vis-à-vis le *Fusarium sp.*

### I.4- Evaluation de la croissance mycélienne

La croissance mycélienne est estimée en calculant la moyenne des deux diamètres mesurés sur les deux axes perpendiculaires, en utilisant la formule suivante :

**L** = croissance mycélienne

**D** = diamètre de la colonie

**d** = diamètre de l'explant

$$L = (D - d) / 2$$

L'évaluation du taux d'inhibition de la croissance mycélienne est obtenue à partir de la formule de Doumbouya et al., (2012).

$$\mathbf{Ti\% = [(DT-D) / DT] * 100}$$

**Ti%** : taux d'inhibition de la croissance mycélienne.

**DT** : diamètre moyen de la croissance mycélienne du champignon (en cm) dans la boîte Pétri sans extrait (témoin)

**D** : diamètre moyen de la croissance mycélienne du champignon (en cm) dans la boîte Pétri qui contient la dilution préparée.

La sporulation est estimée selon la méthode décrite par Kaiser (1972) in Saiah (1994) qui consiste à broyer et à macérer dans 10 ml d'eau distillée stérile, une culture, le dernier jour du test de l'évaluation de la croissance mycélienne. Après agitation et filtration sur mousseline fine stérile, afin de retenir les fragments mycéliens, la numération des spores se fait à l'aide d'une cellule de Mallassez.

Le pourcentage d'inhibition de la sporulation (Pis%) par rapport au témoin, est calculé comme suite :

$$\mathbf{PIs\% = [(N0 - NC) / N0] * 100}$$

**PIs** : pourcentage d'inhibition de la sporulation (%)

**N0** : nombre de spores estimées chez le témoin

**NC** : nombre de spores estimées en présence de l'extrait

### **I.5- Analyse statistique**

Le traitement de toutes les données a été réalisé à l'aide de Microsoft Office Excel pour le classement des données brutes et pour l'élaboration des graphes.

# **Chapitre II :**

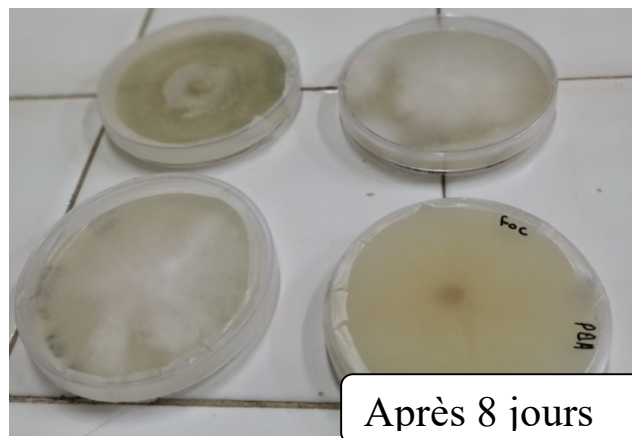
# **Résultats et discussion**

## II-Résultats et interprétation

### II.1- Caractères morphologiques d'isolat de *Fusarium*

#### II.1.1- Etude de l'aspect macroscopique

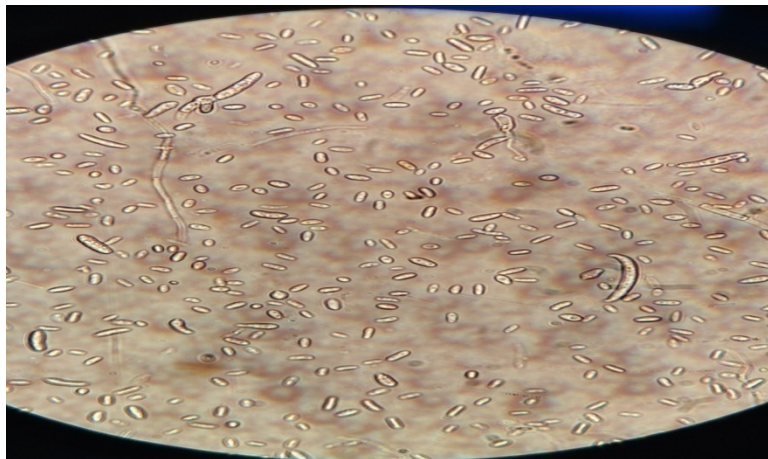
Après 3 jours on observe un mycélium blanc et dense plus ou moins cotonneux sur le milieu de culture P.D.A ; après 5 à 6 jours l'isolat présente une pigmentation jaune, qui devient de couleur jaune foncé sur les côtés de la boîte et orange avec un aspect poudreux au centre après 8 à 10 jours.



**Figure N°16 :** Aspect macroscopique de l'isolat de *Fusarium sp.* cultivé sur milieu P.D.A (Originale 2023)

#### II.1.2- Etude de l'aspect microscopique

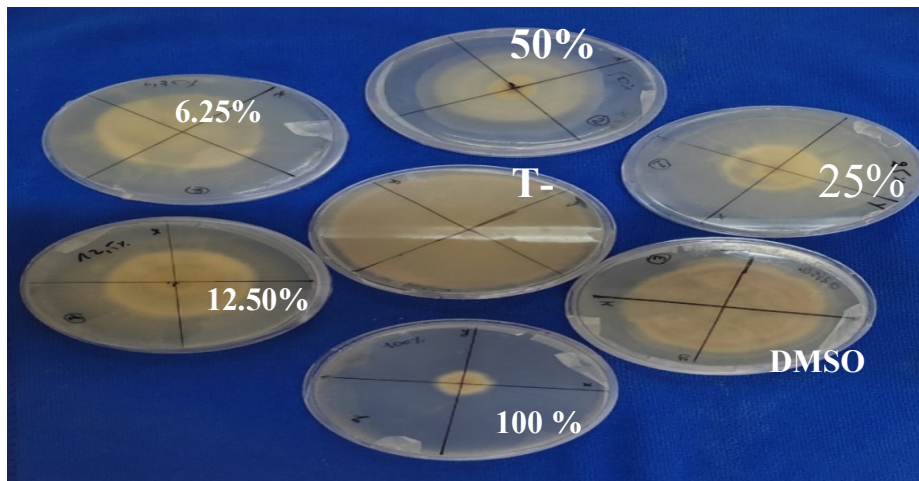
Ce champignon possède uniquement des macroconidies en forme arquée et allongées, pas de cloison mais avec de fausse tête.



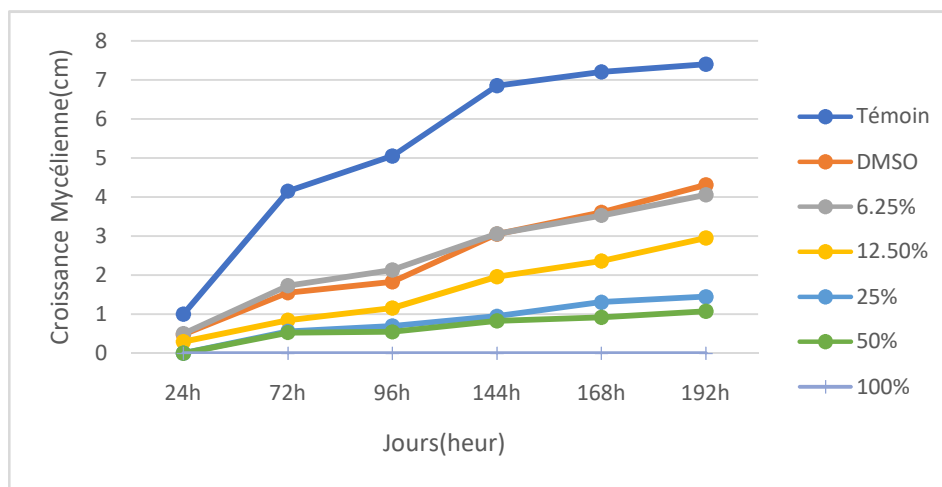
**Figure N°17:** Aspect microscopique de l'isolat de *Fusarium sp.* Cultivé sur milieu P.D.A (Originale2023)

## II.2-Evaluation de l'activité antifongique de huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis* sur *Fusarium sp.* Agents de pourriture sèche des racines des agrumes.

### II .2.1- Evaluation de l'activité antifongique sur la croissance mycélienne

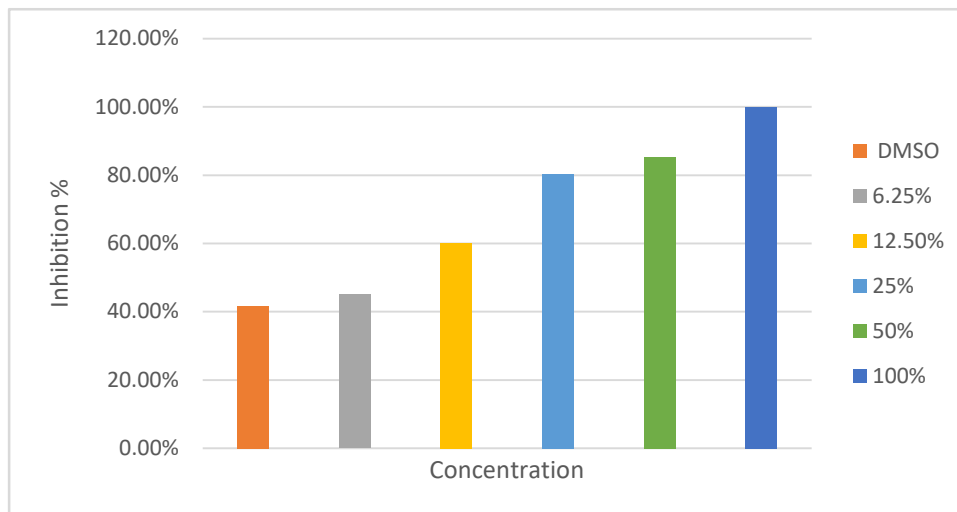


**Figure N°18:** l'effet des différentes concentrations de huile essentielle de *Salvia officinalis* par (DMSO) sur l'isolat de *Fusarium sp* (originale, 2023)



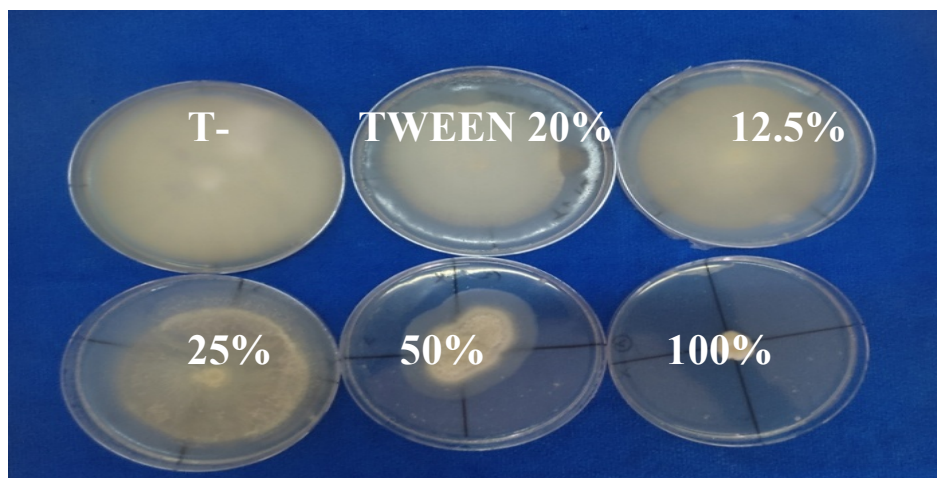
**figure N°19:** Effet de l'extrait des feuilles de *Salvia officinalis* ( huile essentielle) sur la croissance mycélienne de *Fusarium sp.* (Originale, 2023).

La figure N°19 représente l'effet de l'huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis* sur la croissance mycélienne de *Fusarium sp.* On observe que l'huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis* a montré un effet inhibiteur très important sur la croissance mycélienne du *Fusarium sp.*, principalement à une concentration de 100% (inhibition totale). Les autres concentrations testées étaient moins efficaces.



**Figure N°20 :** Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium sp* sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis*

La figure N°20, représente les taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium sp.* sous l'effet des doses de l'huile essentielle de la sauge, elle met en évidence l'efficacité de l'huile essentielle pure (100%) de sauge entraîné une inhibition totale de la croissance mycélienne de *Fusarium sp* . avec une taux d'inhibition 100%. Les concentrations 50% et 25% de d'huile essentielle de sauge a empêché la croissance mycélienne de *Fusarium sp*.



**Figure N°21:** l'effet des différentes concentrations de huile essentielle de *Salvia officinalis* par (tween) sur l'isolat de *Fusarium sp* (originale, 2023)

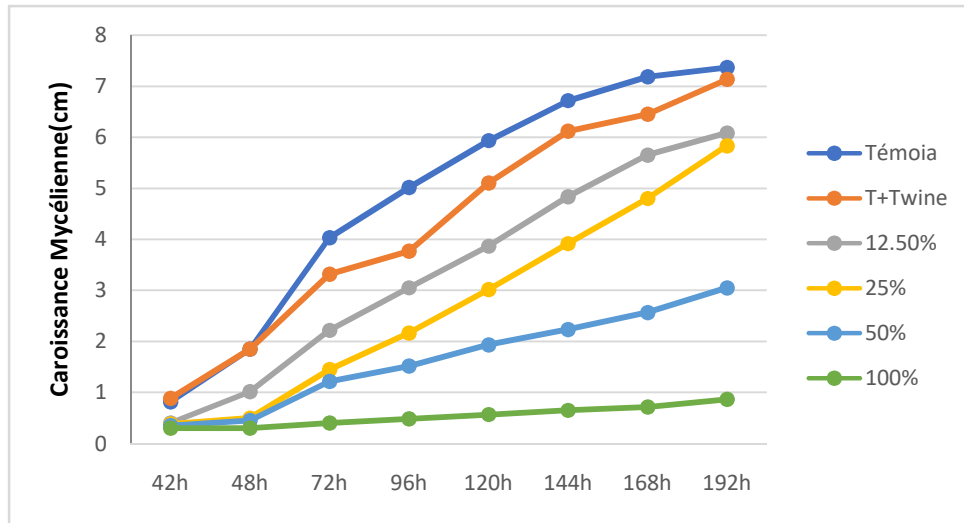


figure N°22: Effet de l’huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis* sur la croissance mycélienne de *Fusarium sp.* (Originale, 2023).

La figure N°22 représente l’effet de l’huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis* sur la croissance mycélienne de *Fusarium sp.* On remarque que l’huile essentielle de *Salvia officinalis* a démontré un effet inhibiteur très important de la dose 100% sur la croissance mycélienne de *Fusarium sp.*, les autres concentrations ont beaucoup moins efficace.

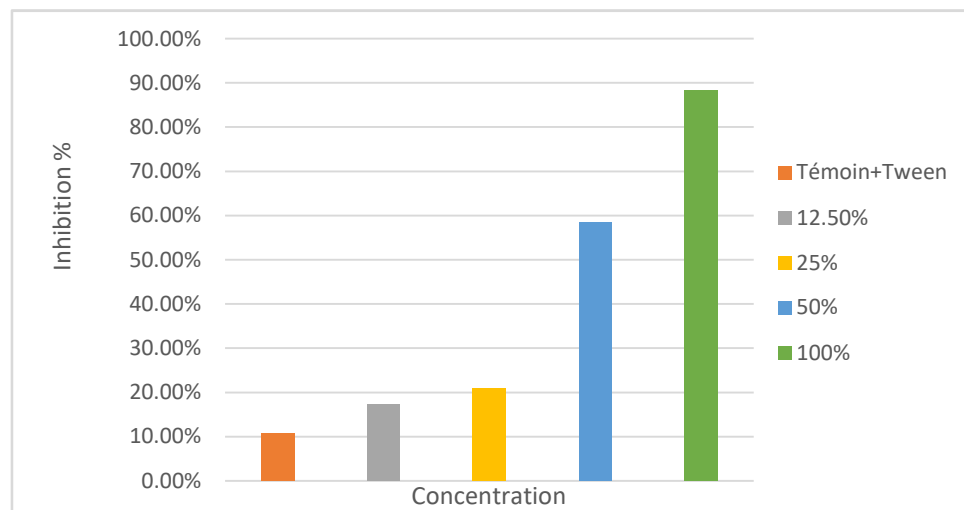
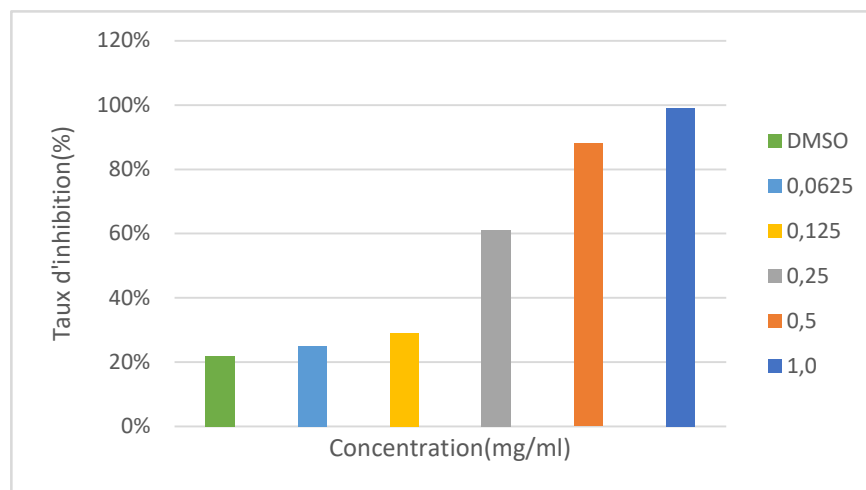


Figure N° 23: Taux d’inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium sp* sous l’effet des différentes concentrations de l’extrait huile essentielle (par tween) des feuilles de *Salvia officinalis*

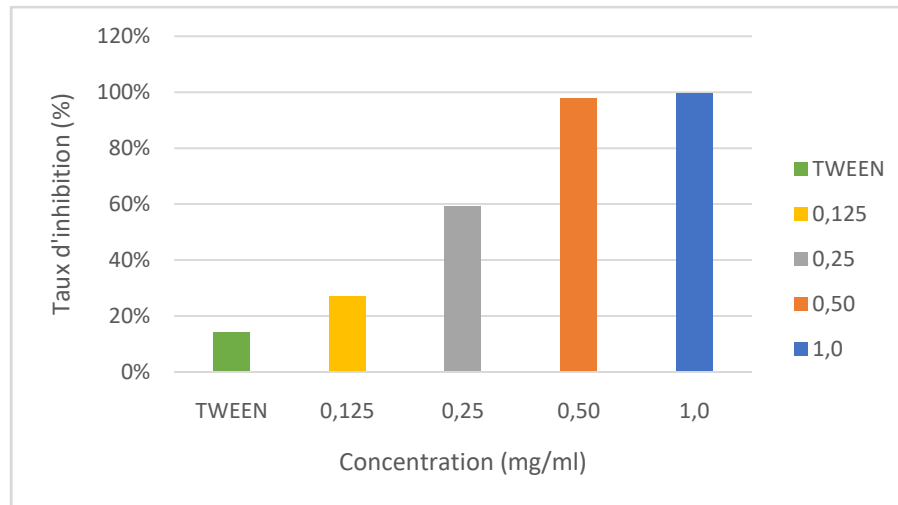
La figure N°23, représente les taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium sp.* sous l'effet des doses de l'huile essentielle de la sauge, elle met en évidence l'efficacité de l'huile essentielle pure (100%) de sauge pour contrôler la croissance mycélienne de *Fusarium sp.* avec un taux d'inhibition de 89%. Les autres doses de l'huile essentielle ont faiblement inhibé la croissance

### II-2-2-Evaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis* sur la sporulation de *Fusarium sp.*



**Figure N°24:** Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat de *Fusarium sp.* sous l'effet des différentes concentrations de DMSO et l'huile essentielle des feuilles de sauge.

Le taux d'inhibition de la sporulation de *Fusarium sp.* sous l'effet des différentes concentrations de l'huile essentielle des feuilles de sauge est représenté sur la figure N°24 et On remarque que le taux d'inhibition augmente avec l'augmentation de la concentration de l'huile essentielle, qui a démontré un effet inhibiteur important de la concentration 100% avec un taux d'inhibition de 98,7%. Ces concentrations ont provoqué une inhibition significative de la sporulation de *Fusarium sp.*



**Figure N°25** : Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat de *Fusarium sp.* sous l'effet des différentes concentrations de l'huile essentielle des feuilles de sauge.

Le taux d'inhibition de la sporulation de *Fusarium sp.* sous l'effet des différentes concentrations de l'huile essentielle des feuilles de sauge est représenté sur la figure 25, On remarque que le taux d'inhibition augmente avec l'augmentation de la concentration de l'huile essentielle, qui a démontré un effet inhibiteur important de la concentration 1,0 mg/ml avec un taux d'inhibition de 99.61%. Ces concentrations ont provoqué une inhibition significative de la sporulation de *Fusarium sp.*

**DICCUSSION :****Rendement en huile essentielle :**

Le rendement moyen en huile essentielle a été calculé en fonction de la matière végétale de la partie aérienne (feuilles) de *Salvia officinalis* a été voisin de 0.45 %

Sa pratique est très faible par rapport autres travail comme celui de (CHALCHAT et al en 1998), ont montré que le rendement d'extraction des huiles essentielles de *Salvia officinalis* obtenu par hydrodistillation pendant quatre heures dans un appareil Clevenger est en fonction de l'origine de la plante : France (2,05%), Hongrie (2,50 %), Portugal (2,90 %), Roumanie (2,30 %).

Cette différence du rendement de l'huile essentielle est toute a fait normale, puisqu'il dépend de plusieurs facteurs a savoir l'espèce, la géographie, la période récolte, les pratiques culturelles, la technique d'extraction. (SILANO et DELBO, 2008; MARZOUKIA et al.,2009; OLLE et BENDER, 2010).

Les résultats d'huiles essentielles des feuilles de *Salvia officinalis* montrent une inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium sp.*

l'étude de la croissance mycélienne des isolats fongiques testé (*Fusarium sp*) en présence de l'huile essentielle de la partie aérienne (feuilles) de *Salvia officinalis*, montre une diminution de la croissance mycélienne synchronisée avec l'augmentation de la concentration d'HE avec une différence significative entre les pourcentages engendrés par les doses utilisées. Montre qu'HE est efficace contre l'agent phytopathogène.

L'huile essentielle de *Salvia officinalis* a provoqué une meilleure efficacité contre l'agent phytopathogènes testé (*Fusarium sp.*) avec une forte inhibition est enregistrée sur l'isolat de *Fusarium sp* avec un pourcentage d'inhibitions de 98.70 %(avec DMSO) et 99.61% (avec TWEEN) pour la concentration de 100% l'inhibition de la croissance mycélienne est totale .

Cette résultats prouve l'activité antifongique de HE de la *Salvia officinalis* à l'aide de la méthode de «vapo-hydro distillation» . Les résultats trouvés ont démontré que cette huile est très efficace à réduire la croissance mycélienne de l'isolat de *Fusarium sp* agent de la pourriture sèche des racines des agrumes.

Nous notons qu'il existe une différence entre l'utilasation de DMSO et TWEEN ,ou l'effet du DMSO est supérieure à l'effet du TWEEN sur l'inhibition de l'agent phytopatogènes (*Fusarium sp*) .

Ce travail a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche similaires au notre comme celui de **(BOUKHELKHAL et BELMILIANI ; 2019)** qui trouve que cette huile s'est montrée très efficace à réduire la croissance mycélienne de l'isolat des trois souches fongiques (*Fusarium sp*,

*Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*), agent de la pourriture sèche des Tubercule de Pomme de terre et Tige de Blé, , un autre travail publié en 2018 étudie de l'effet de l'extrait méthanoïque et de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur les deux séquences biologiques du *Fusarium sp.*, agent de la pourriture sèche des agrumes. Les résultats trouvés ont démontré que cette huile est très efficace à réduire la croissance mycélienne de l'isolat de *Fusarium sp* agent de la pourriture sèche des racines des agrumes (**FLITI ET MAMAD, 2018**). . Certains autres travail étudie la composition chimique et l'activité antifongique de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* à l'aide de la méthode de diffusion sur disques, les résultats trouvés ont démontré que cette huile est plus efficace à inhiber la croissance contre deux agents phytopathogènes (*B. cinerea* et *Fusarium. sambucinum*) et que l'inhibition de la croissance enregistrée est proportionnelle à la dose utilisée, ce qui prouve leur activité antifongique. (**RGUEZ et al., 2013**).

# **Conclusion générale**

### Conclusion :

Les huiles essentielles sont particulièrement intéressantes par leurs propriétés anti-infectieuses. De plus en plus d'études scientifiques sont menées dans le domaine de l'aromathérapie et mettent en évidence le rôle important des huiles essentielles en thérapeutique. Dans ce contexte, il est important d'utiliser les huiles essentielles avec précaution pour toutes les voies d'administration que ce soit par voie orale ou externe. De plus, il n'est pas question de remplacer les médicaments par des huiles essentielles.

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales y poussent spontanément.

Les résultats de l'étude expérimentale ont démontré que l'huile essentielle de sauge avait une activité antifongique significative contre *Fusarium sp.* Elle a inhibé la croissance mycélienne du champignon et réduit sa sporulation, ce qui suggère son potentiel comme agent de lutte biologique contre cette maladie phytopathogène (*Fusarium sp.*).

En conclusion, cette étude met en évidence le potentiel de l'huile essentielle de sauge comme agent antifongique contre *Fusarium sp.* Sur les agrumes. Ces résultats ouvrent la voie à de nouvelles recherches et à des applications pratiques pour la protection des cultures agrumicoles en utilisant des substances naturelles plus sûres pour l'environnement et pour la santé humaine.

# Références

## B

**Baba Aissa, F. (2000).** Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et du Maghreb, p 4- 77, 101-87.

**Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., et Idaomar M., 2008.** Biological effects of essential oils. Journal of Food and Chemical Toxicology, vol : 46: 40 - 42.

**BOUKHELKHAL. N ; BELMILIANI.H ., ( Mmoire final Master 2019)** Etude de l'activité antifongique de sauge (*Salvia Officinalis* L.) sur quelques champignons phytopathogènes (in vitro) UNIVERSITE DE MEDEA

## D

**Dachler M., H.Pelzmann,** Arznei-und Gewurzpflanzen,Anbau, Ernte,Aufbereitung, osterreichischer Agrarverlag, Klosternburg ,1999.

**Djerroumi A. et Nacef M., 2004** - 100 plantes médicinales d'Algérie. ed Palais du livre. p 135 - 131.

**Duling E.N., Owen J.C., John B.G., Rosmary F.W., Kevin A.M., Yeap L.F., & Nigel B.P.2007** - Extraction of phenolic and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol- water mixture. Food chemistry. Vol.101, app. 1417- 1424.

**Durvelle J.R., 1930.** Fabrication des essences et des parfums. Ed., Paris, 200 p

## F

**Fliti, k., et Mamad, S., 2018.** Etude de l'effet de l'extrait méthanoïque et de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur les deux séquences biologiques du *Fusarium* sp., agent de la pourriture sèche des agrumes. Université de Mostaganem

## G

**Ghorri S (2015).** Isolement des microorganismes possédant une activité anti- *Fusarium*. Thèse de doctorat,l'obtention du Diplôme de Doctorat 3ème cycle LMDEn Bioprocédés et Biotechnologies, Applications Mycologiques.Université des Frères Mentouri Constantine1.93 pages.

**Goeb P.H. (1999),** Aromathérapie pratique et familiale. Ed. MDB., France,130 p

## H

**Hamidpour, M. R. S., Shahlari, M. 2014** - Chemistry, Pharmacology, and Medicinal Property of Sage (*Salvia*) to Prevent and Cure Illnesses such as Obesity, Diabetes, Depression, Dementia, Lupus, Autism, Heart Disease, and Cancer. Vol.4, N°, pp.82– 88.

## K

**Karray K., Bouraoui N., Rabhi M., Neffati M., Baldan B., Ranieri A., Marzouk B., 2009.** Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of *Mentha pulegium*. Ed., Industrial Crops and Products; vol 30: 338– 343.

## L

**Lepoivre P (2003).** Phytopathologie: bases moléculaires et biologiques des pathosystèmes et fondements des stratégies de lutte. 1ere édition. De Boeck Université, Bruxelles, Belgium, pages 111, 159 et 432.

## M

**Madi A. 2010** - Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (thym et sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques. Research Master, Mentouri Constantine University, Constantine.

**MAHDI N (2011).**, Essai de lutte biologique contre la Fusariose vasculaire du Palmier Dattier (*Phoenixdactylifera L.*), MEMOIRE DE MAGISTER, SPÉCIALITE : Sciences Biologiques. Université Mouloud Mammeri de TiziOuzou.63P.

## O

**Ozbay n and newman s, 2004.** Journal of biological control, pp 487-489.

Ozbay, K., & Newman, D. (2004). A comparison of traditional and internet auctions: Processes, outcomes, and implications. *Journal of Business Research*, 57(9), 897-902

## P

**Padrini F., Lucheroni M.T., 1997.**Les huiles essentielles. Ed., De Vecchi S.A. Paris, 8 p.

**Perry, A J., Baxter, N J., Brennan, J W., Van Klin J., (1996).** Flavour Frag. 11, 213.

**Putievsky, U., Ravid, D., Sanderovich, J., Essent (1992).** Oil Res. 4, 291.Hossein Mirjalili, M., Salehi, P., Sonboli, A. *et al.* Essential oil variation of *Salvia officinalis* aerial parts during its phenological cycle. *Chem Nat Compd* 42, 19–23 (2006).

## R

**Radulescu V., Silvia C & Eliza O. 2004** - Capillary gas chromatography-mass Spectrometry of volatile and semi volatile compound of *Salvia officinalis*. *Journal of Chromatography a* 2004; 121-126.

**Rguez ,S .et Mejda ,D-R ., 2013.** Composition Chimique, Activité Antifongique et Activité Insecticide de l’Huile Essentielle de *Salvia officinalis*.

## S

**Smahi A (2008).** Contrôle biologique de la fusariose vasculaire de la tomate causée par *Fusarium oxysporum* f.sp. *licopersici*. Thèse de Magister. Université d'Oran, Algérie. 127 Pages.

## T

**Tafv, 2012.** La culture des agrumes.

**Teuscher E., Anton R., et Lobstein A., (2005).** Plantes Aromatiques (épices, aromates, condiments et huiles essentielles). Edition Tec et Doc. Paris. Edition. E.M. inter. Allemagne. P : 266.

## W

**Walker, J. B., Kenneth, J., Treutlein, J., & Wink, M. 2004** - *Salvia* (lamiaceae) is not monophyletic: Implications for the systematics, radiation, and ecological specializations of *Salvia* and tribe Menthae. *American Journal of Botany*, 91 (7), pp. 1115–1125.

# **Annexes**

## **ANNEXE 1**

### **Milieu de culture utilisée**

#### **Milieu PDA :**

Potato dextrose agar 200g

Eau distillé 1000ml

Autoclave pendant 20 minutes à 120C°

## ANNEXE 2

**Tableau N°1** : Effet de l'extrait des feuilles de *Salvia officinalis* ( huile essentielle) sur la croissance mycélienne de *Fusarium sp.* (Originale, 2023).

Jours	24h	72h	96h	144h	168h	192h
Croissance mycélienne Témoin	1	4.15	5.05	6.85	7.2	7.4
Croissance mycélienne DMSO	0.48	1.55	1.83	3.05	3.61	4.31
Croissance mycélienne 6,25%	0.5	1.73	2.13	3.06	3.53	4.06
Croissance mycélienne 12,5%	0.3	0.85	1.16	1.96	2.36	2.95
Croissance mycélienne 25%	0	0.56	0.7	0.95	1.31	1.45
Croissance mycélienne 50%	0	0.53	0.55	0.83	0.92	1.08
Croissance mycélienne 100%	0	0	0	0	0	0

**Tableau N°2** : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium sp* sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis*

Echantillon	Diamètre Moyen	Inhibition
Témoin	7.4	
DMSO	4.31	41.75%
6.25%	4.06	45.13%
12.50%	2.95	60.13%
25%	1.45	80.40%
50%	1.08	85.40%
100%	0	100%

### ANNEXE 3

**Tableau N°3:** Effet de l'huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis* sur la croissance mycélienne de *Fusarium sp.* (Originale, 2023).

	Témoia	T+Twine	12.50%	25%	50%	100%
42h	0.8167	0.8833	0.4	0.3833	0.35	0.3
48h	1.85	1.85	1.0167	0.5	0.45	0.3
72h	4.0333	3.3167	2.2167	1.45	1.2167	0.4
96h	5.0167	3.7667	3.05	2.1667	1.5167	0.4833
120h	5.9333	5.1	3.8667	3.0167	1.9333	0.5667
144h	6.7167	6.1167	4.8333	3.9167	2.2333	0.65
168h	7.1833	6.45	5.65	4.8	2.5667	0.7167
192h	7.3667	7.1333	6.0833	5.8333	3.05	0.8667

**Tableau N°4:** Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium sp* sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait huile essentielle (par tween) des feuilles de *Salvia officinalis*

Echantillon	Diamètre moyen	Inhibition
Témoin	7.366	
Témoin+Tween	7.15	10.84%
12.50%	6.083	17.41%
25%	5.83	20.85%
50%	3.05	58.59%
100%	0.86	88.32%

## ANNEXE 4

**Tableau N°5:** Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat de *Fusarium sp.* sous l'effet des différentes concentrations de DMSO et l'huile essentielle des feuilles de sauge.

Doses	100%	50%	25%	12.50%	6.25%	DMSO
Taux (%)	99%	88%	61%	29%	25%	22%

**Tableau N°6 :** Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat de *Fusarium sp.* sous l'effet des différentes concentrations de l'huile essentielle des feuilles de sauge.

Dose	100%	50%	25%	12.5	TWEEN
Taux(%)	99.61	97.70	59%	27%	14%

## ANNEXE 5

le materiel utilisé



Autoclave



Etuve