

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
DE LA NATURE ET DE LA VIE

N° :



DOMAINE : DES SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE
FILIERE : BIOLOGIE
OPTION : BIODIVERSITE ET
PHYSIOLOGIE VEGETALE

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par: Boudiaf Abir et Bentayeb Dalila

Intitulé

**Pouvoir allélopathique et biologique des huiles
essentielles d'*Eucalyptus globulus L* et
*Mentha spicata L.***

Soutenu devant le jury composé de:

Dr Belkassam Abdelwahab	MCB Université Med Boudiaf -M'sila	Président
Dr Smaili Tahar	MCB Université Med Boudiaf -M'sila	Rapporteur
Dr Hadji Abbas	MCB Université Med Boudiaf -M'sila	Examineur

Année universitaire : 2016 / 2017

Remerciement

*Avant tout nous remercions ALLAH tout puissant
de nous avons accordé la*

force, le courage et la patience pour terminée ce mémoire.

*Je remercie mon encadreur de son grand aide durant la réalisation de mon
travail, il est orienté moi vers le succès avec ses connaissances et
partageants des idées et aussi*

*l'encouragement tout on long de mon épreuve, comme il a été présent à tout
moment qu'on à besoin de lui : **Smaili Tahar***

*Nos adressont nos sincères remerciements à **Mr : Belkassam Abdelwahab**,
professeur à l'université Mohamed Boudiaf d'avoir accepté de présider le
jury.*

*Nos tiens également mes vifs remerciements à **Mr : Hadji Abass**, professeur
à l'université Mohamed Boudiaf pour l'honneur qu'il nous a fait en
acceptant d'examiner ce mémoire.*

*Une partie de mon travail est à laboratoire de Biologie de l'université
Mohamed Boudiaf. Je remercier tous les membres de l'équipe de ces
laboratoires pour leur accueil, leur sympathie ainsi que leurs idées
constructives.*

*Sans oublier tous les enseignants et tous les étudiants du département de
biologie.*

Abir

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

*A mes très chers parents **Belkacem et Fatma,***

*Pour l'amour qu'ils m'apportent, leur soutien, leurs efforts, et leur
encouragement.*

Je leurs dis «je vous aime».

*A mon époux " **Hamza** " de m'avoir soutenu et témoigné durant tout ce temps.*

*Mon grand-père **Ali** et ma grand-mère **Yamina,***

*A mon frère **Oussama,***

Ames tantes et oncles,

*La mère de mon mari **Aisha** et le père de mon mari **Mohamed***

*Les frères de mon mari **L'arbi, Bilal, saadia,***

A mes amis,

*A tout les familles **Boudiaf et Salem.***

A toutes les personnes qui on contribué,

de prés ou de loin à la réalisation de ce travail ;

je leurs dis «merci ».

Boudiaf Abir

Liste des figures

Figure01: Les 3 principaux types de phyllotaxie.....	05
Figure 02 : Répartition géographique mondiale des Myrtaceae.....	07
Figure 03: <i>l'Eucalyptus globulus</i>	09
Figure 04 : <i>Mentha spicata</i>	13
Figure 05 : Les différentes parties constituant de l'espèce <i>Mentha spicata</i>	14
Figure 06 : Quelques exemples d'appareil sécréteur.....	18
Figure 07: Exemples de quelques monoterpènes	18
Figure 08 : Exemples de quelques sesquiterpènes	19
Figure 09: Exemples de composés aromatiques.....	19
Figure10: montage d'hydrodistillation.....	21
Figure 11: Localisation géographique de la zone d'étude (M'sila).....	29
Figure 12: Localisation géographique de la zone d'étude (Ouanougha).....	30
Figure 13 : Rendement d'huile essentielle obtenu par hydrodistillation de la Plante <i>Eucalyptus globulus</i>	41
Figure 14 : Rendement d'huile essentielle obtenu par hydrodistillation de la Plante <i>Mentha spicata</i>	41
Figure 15: Pourcentage de germination maximal rapporté pour les graines de <i>Triticum durum</i> . témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.....	45
Figure 16: Pourcentage de germination maximal rapporté pour les graines <i>d'Hordeum vulgare</i> témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.....	45
Figure 17: Pourcentage de germination maximal rapporté pour les graines <i>Avena sterilis</i> . témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.....	46
Figure 18: Pourcentage d'inhibition rapporté pour les graines de <i>Triticum durum</i>	

témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.....	47
Figure 19: Pourcentage d'inhibition rapporté pour les graines d' <i>Hordeum vulgare L.</i>	
témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.....	47
Figure 20: Pourcentage d'inhibition rapporté pour les graines <i>Avena sterilis L.</i>	
témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.....	48
Figure 21: Pourcentage d'inhibition de la longueur des racines (LR) maximal rapporté	
pour les graines de <i>Triticum durum L.</i> témoins et traités par les deux l'HEs à différentes	
concentration.....	49
Figure 22: Pourcentage d'inhibition de la longueur des racines (LR) maximal rapporté	
pour les graines de <i>Hordeum vulgare L.</i> témoins et traités par les deux l'HEs à différentes	
concentration.....	49
Figure 23: Pourcentage d'inhibition de la longueur des racines (LR) maximal rapporté	
pour les graines d' <i>Avena sterilis L.</i> témoins et traités par les deux l'HEs à différentes	
concentration.....	50
Figure 24: Le pourcentage d'inhibition de la longueur de partie aérienne (LPA) maximal	
rapporté pour les graines de <i>Triticum durum L.</i> témoins et traités par les deux l'HEs	
à différentes concentration.....	51
Figure 25: Le pourcentage d'inhibition de la longueur de partie aérienne (LPA) maximal	
rapporté pour les graines de <i>Hordeum vulgare L.</i> témoins et traités par les deux l'HEs	
à différentes concentration.....	51
Figure 26: Le pourcentage d'inhibition de la longueur de partie aérienne (LPA) maximal	
rapporté pour les graines d' <i>Avena sterilis L.</i> témoins et traités par les deux l'HEs à différentes	
concentration.....	52

Liste des tableaux

Tableau 01 : Répartition des Eucalyptus à travers le monde.....	08
Tableau 02 : les plantes testées de l'effet allélopatique.....	33
Tableau03 : les souches microbiennes.....	37
Tableau 04 : Résultat d'analyse chromatographique sur couche mince.....	42
Tableau 05 : les résultats de zone d'inhibition de quelque Souches bactériennes par l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>	53
Tableau 06 : les résultats de zone d'inhibition de quelque Souches bactériennes par l'HE de <i>Mentha spicata</i>	54

Liste des photos

Photo01: l'arbre <i>Eucalyptus globulus</i>	29
Photo 02: la plante de <i>Mentha spicata</i>	30
Photo 03 : photo réel de l'appareil de Clevenger.....	31
Photo 04: photo réel de l'appareil l'UV.....	32
Photo 05 : Teste de germination d' <i>Avena sterilis</i> avec l'eau distillée et quatre concentrations d'HEs d' <i>Eucalyptus globulus</i> avant l'incubation.....	35
Photo 06: Teste de germination de <i>Triticum durum L</i> avec l'eau distillée et quatre concentrations d'HEs de <i>Mentha spicata</i> avant l'incubation.....	35
Photo 07: Des graines de blé <i>Triticum durum L.</i> témoin et traitées par l'HE de <i>Mentha spicata</i> (Concentration 1) après 4 jours d'incubation.....	36
Photo 08: Des graines de l'avoine <i>Avena sterilis L.</i> témoin et traitées par l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i> (Concentration 3) après 4 jours d'incubation.....	37
Photo 09: Résultat d'analyse chromatographique des HEs sur couche mince.	
Photo 10: Test de germination d' <i>Hordeum vulgare L.</i> avec l'HE de <i>Mentha spicata</i> (Concentration 1) après l'incubation.....	42
Photo 11: Test de germination de <i>Triticum durum L.</i> (variété Waha) avec l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i> (Concentration 2) après l'incubation.....	43
Photo 12: Mesure de la longueur de la racine et la partie aérienne d'une plantule d' <i>Hordeum vulgare L.</i> traitée avec l'eau distillée.....	44
Photo 13: Mesure de la longueur de la racine et la partie aérienne d'une plantule <i>Triticum durum L.</i> (variété Waha) traitée avec d' <i>Eucalyptus globulus</i> (Concentration 3) ...	44

Photo 14 : Effet inhibiteur de deux l'HEs sur la souche bactérienne *Escherichia*

coli.....54

Figure 15: Effet inhibiteur de deux l'HEs sur la souche bactérienne *Staphylococcus*

aureus.....54

Liste des abréviations

CCM : Chromatographie sur couche mince.

HE : Huile essentielles.

IG : Inhibition de la germination.

ILPA : Inhibition de la longueur de la partie aérienne.

ILR : Inhibition de la longueur de la partie racinaire.

LPA : longueur de la partie aérienne.

LR : longueur de la racine.

PG : Pourcentage de germination.

UV : Ultra Viole.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des photos

Liste des abréviations

Introduction.....01

Partie bibliographique

Chapitre I : Etude botanique

1 La famille des Myrtaceae.....05

1-1 Présentation botanique et géographique de la famille des Myrtaceae.....05

1-2 Description de la famille des Myrtacées.....05

1-2-1 Appareil végétatif.....05

1-2-2 Appareil reproducteur.....06

1-3 Distribution de la famille des Myrtaceae à travers le monde.....07

1-4 Intérêts et utilisations de cette famille07

1-5 Présentation botanique et géographique du genre *Eucalyptus*08

1-5-1 Répartition des *Eucalyptus* à travers le monde.....08

1-6 Description de l'espèce *d'Eucalyptus globulus*.....09

1-6-1 Histoire09

1-6-2 Les noms vernaculaires *d'Eucalyptus globulus*.....09

1-6-3 Taxonomie et systématique09

1-6-4 Description.....09

1-6-5 Constituants	10
1-6-6 Usage.....	10
2 La famille des Lamiaceae.....	11
2-1 Présentation botanique et géographique de la famille Lamiaceae.....	11
2-2 Description de la famille des Lamiaceae.....	11
2-2-1 Appareil végétatif	11
2-2-2 Appareil reproducteur.....	11
2-3 Présentation botanique du genre <i>Mentha</i>	12
2-4 Description de l'espèce <i>Mentha spicata</i>	12
2-4-1 Les noms vernaculaires de <i>Mentha spicata</i>	12
2-4-2 Taxonomie et systématique.....	13
2-4-3 Origines.....	13
2-4-4 Description	13
2-4-5 Habitat.....	14
2-4-6 Phénologie.....	14
2-4-7 Usage	14

Chapitre II : Les huiles essentielles

1- Généralités sur les huiles essentielles.....	17
1-1 Définition	17
1-2 Les familles d'appartenance des huiles essentielles	17
1-3 Synthèse et stockage des huiles essentielles	17
1-4 Composition Chimique des Huiles Essentielles	18
1-5 Propriétés Physico-chimique	20

1-6 Intérêt des huiles essentielles	20
1-7 Méthode d'extraction extraction des huiles essentielles.....	20
1-7-1 Hydrodistillation.....	20
1-7-2 Entraînement à la vapeur d'eau	21
1-7-3 L'expression à froid	21
1-7-4 La percolation	21
1-7-5 L'extraction auCO2 supercritique	22
1-8 La qualité et rendement des huiles essentielles.....	22
1-9 Conservation des huiles essentielles	22

Chapitre III : Activités biologiques

1- Définition de l'allélopathie.....	24
1-2 Voies de libération des composés allélopathiques.....	24
1-3 Application de l'allélopathie.....	25
2- Activité antibactérienne.....	26

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

1- Matériel végétal	29
1-1 Plantes utilisées pour l'extraction	29
2- Extraction des huiles essentielles.....	30
2-1 Procédé d'extraction et conservation de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> et <i>Mentha spicata</i>	30
2-2 Calcul du rendement.....	31
3- Analyses chromatographiques.....	31
3-1 Chromatographie analytique sur couche mince (CCM).....	31

3-2	Calcul du Rapport frontal (Rf).....	32
4-	Activité anti-germinative (allélopatique)	33
4-1	Collecte des graines de quelques plantes économiques.....	33
4-2	la préparation des différentes concentrations d'HEs.....	33
4-3	Les tests de germination	33
4-4	Les tests préliminaires de germination.....	34
4-5	Les tests finaux de germination.....	34
4-6	Incubation.....	36
4-7	Suivie de germination et notation.....	36
4-8	Mesures des longueurs des racines et des parties aériennes	36
4-9	Détermination des pourcentages de germination.....	37
5-	Activité antibactérienne.....	37
5-1	Les souches microbiennes utilisées.....	37
5-2	Les milieux de culture	38
5-3	Stérilisation du matériel.....	38
5-4	repiquages des espèces bactériennes.....	38
5-5	préparations de l'inoculum.....	38
5-5	Délutions des souches bactériennes.....	38
5-7	préparations des disques	38
5-8	préparations des milieux de culture.....	38
5-9	Ensemencement et dépôt des disques.....	38

Chapitre II : Résultat et discussion

1-	Résultat	41
1-1	Rendement des huiles essentielles.....	41
1-2	Analyse chromatique.....	42

1-2-1 Chromatographie analytique sur couche mince (CCM).....	42
1-3 Activité allélopathique.....	43
1-3-1 Les tests finaux de germination.....	43
1-3-2 Mesures des longueurs des racines et des parties aériennes	44
1-3-3 Détermination des pourcentages de germination.....	44
1-3-4 Pourcentage d'inhibition de germination.....	46
1-3-5 Pourcentage d'inhibition de longueur de racines (LR).....	48
1-3-6 Pourcentage d'inhibition de longueur de partie aérienne (LPA).....	50
1-4 Activité bactérienne	52
2- Discussion.....	55
Conclusion	61
Références bibliographiques	63
Annexe	
Résumé	
Abstract	
المخلص	

Introduction

Introduction

La plante est le siège d'une intense activité métabolique aboutissant à la synthèse de principes actifs les plus divers. Ce processus métabolique est lié aux conditions mêmes de vie de la plante : la plante doit faire face à de multiples agressions de l'environnement dans lequel elle vit : prédateurs, microorganismes pathogènes, etc. On conçoit donc que la plante puisse développer un métabolisme particulier lui permettant de synthétiser les substances les plus diverses pour se défendre : les métabolites secondaires.

Tous les végétaux contiennent les métabolites secondaires mais leur répartition selon les organes, les tissus et leur type dépend de chaque espèce, parmi ces métabolites secondaires on cite les huiles essentielles (les huiles volatiles) (**Judd et al, 2002**).

L'huile essentielle, au sens strict du terme, est le produit obtenu à partir de la matière première végétale par techniques traditionnelles de distillation ou d'expression à froid. L'essence est la substance aromatique sécrétée par la plante, qui par distillation devient une huile essentielle (**Pierron, 2014**).

Selon certains auteurs, les composés d'origine naturelle présentent l'avantage d'une très grande diversité de structures chimiques et ils possèdent aussi un très large éventail d'activités biologiques (**Bérubé, 2006**).

Des effets inhibiteurs de une plante à une autre libération des produits chimiques composés dans l'environnement est appelé allélopathie

La notion d'allélopathie, un phénomène que l'on peut définir comme l'influence d'une plante sur une autre au moyen du relâchement d'un composé chimique dans l'environnement.

Aujourd'hui, il est avéré que de nombreuses espèces végétales synthétisent des molécules capables d'inhiber la germination et le développement des plantes croissant dans leur voisinage. Une meilleure connaissance de ce phénomène pourrait s'avérer utile dans plusieurs domaines (**Hablaoui et Hakkoum, 2013**).

Notre travail a pour objectif d'extraire les molécules bioactives (les huiles essentielles) à partir des feuilles de deux plantes médicinales *Eucalyptus globulus* et *Mentha spicata*. Et l'étude comparative des huiles essentielles sur les activités antigerminative et antibactériennes.

Le fond de ce travail comprend deux grand parties :

La première partie et consacré à l'étude bibliographique ou partie théorique est scindée en trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à l'étude botanique, cette étude rappelle sure les deux plante d'*Eucalyptus globulus* et *Mentha spicata* ;
- Le deuxième chapitre généralité sure les huiles essentielles et leur compositions ;
- Le troisième chapitre portera sur le phénomène allélopathique et son utilisation dans la lutte contre les adventices des cultures.

Dans le deuxième partie ou partie expérimental sera consacré deux chapitres :

- Première chapitre est matériels et méthodes ;
- Le deuxième chapitre les résultats obtenus et discutés.

Enfin, nous terminerons ce travail par une conclusion générale.

Partie
bibliographique

Chapitre I : Etude botanique

1 La famille des Myrtaceae

1-1 Présentation botanique et géographique de la famille des Myrtaceae

Famille des *Eucalyptus*, du Giroflier et du Myrte, comprenant 140 genres et plus de 3000 espèces. Le genre principale est *Eucalyptus* (600 espèces) originaires de Malaisie et d'Australie mais largement plantées ailleurs jusqu'en France méridionale, les genres *Eugenia* (500 espèces), *Syzygium* (300 espèces), Le Giroflier et *Melaleuca* (200 espèces), Seul le genre *Myrtus* est présent en Europe méditerranéenne, *Psidium* guajava d'Amérique du sud et central. La plupart des représentants de cette famille produisent des huiles essentielles terpéniques (Martin, 2013). L'aspect général des plantes de cette famille va du petit arbuste à l'arbre de très grande taille (jusqu'à 120 mètres de haut pour certains eucalyptus) (Géraldine, 2013).

1-2 Description de la famille des Myrtacées

1-2-1 Appareil végétatif

Les espèces sont le plus souvent de grands arbres que l'on trouve dans le genre *Eucalyptus* mais aussi des arbustes comme *Myrtus communis* L. Ou encore des plantes ligneuses (Géraldine, 2013).

L'écorce se desquamant par plaques et découvrant une écorce interne parfaitement lisse et colorée (Spichiger et al, 2004).

Les feuilles sont entières, coriaces, le plus souvent opposées, parfois alternes (Figure 1) comme *Melaleuca alternifolia*, rarement verticillées, à nervation pennée.

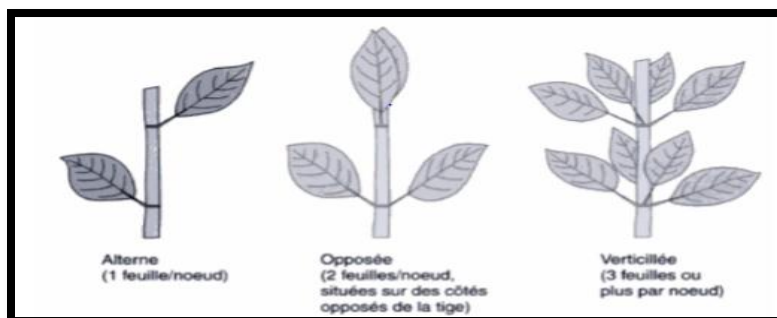


Figure 01: Les 3 principaux types de phyllotaxie.

Cette famille se dénote par la présence de poches sécrétrices schizogénèse visibles par transparence et localisées dans le limbe des feuilles. Ces points translucides appelés également lacunes sécrétrices ou encore glandes aux huiles essentielles, produisent des composés terpénoïdes et autres molécules aromatiques.

1-2-2 Appareil reproducteur

Les inflorescences de cette famille sont en cyme ou en grappe et parfois réduites à une seule fleur solitaire comme par exemple chez *Myrtus communis*. Elles sont axillaires ou terminales. Dans les genres *Eucalyptus* ou *Melaleuca*, les étamines sont plus remarquables que les pétales, donnant à l'inflorescence un aspect de « goupillon ».

Les fleurs des Myrtacées ont une odeur suave et sont pollinisées par divers insectes, oiseaux ou mammifères. Elles sont généralement hermaphrodites. Le réceptacle floral est en forme de coupe plus ou moins allongée et la fleur actinomorphe, tétramère (*Eucalyptus*) ou pentamère (*Myrtus*).

Sur le bord du réceptacle floral s'incèrent deux verticilles qui se soudent et forment un calypstre, en forme de capuchon. Ce dernier sera soulevé par les étamines qui se redressent lors de l'anthèse ce qui entraîne sa chute. Chaque verticille est constitué de 4 ou 5 pièces libres ou soudées, imbriquées entre elles.

L'androcée* est composé généralement d'un grand nombre d'étamines, se développant de façon centripète ; elles sont libres ou réunies à la base en 4 ou 5 faisceaux.

Ainsi chez les Myrtacées, on trouve généralement 4 ou 5 sépales, libres ou soudés, les pétales sont au nombre de 4 ou 5 libres ou soudés également, petits et arrondis ils sont imbriqués et parfois agrégés au capuchon.

Les étamines sont en grand nombre « n » alors qu'on trouve entre 2 à 5 carpelles.

Le gynécée est composé de carpelles généralement infères à semi infères. Le style est long et simple avec un stigmate souvent capité. L'ovaire est habituellement infère avec une ou plusieurs loges (souvent 2 à 5). Le nombre d'ovules par loge varie de deux à un nombre plus important.

Le fruit est généralement :

- une baie surmontée d'un calice dans la sous famille des Myrtoideae ;
- ou une capsule loculicide dans la sous famille des Leptospermoideae ;
- ou encore, plus rarement, une drupe ou un akène (**Géraldine, 2013**).

La formule florale est : $4 - 5 S + 4 - 5 P + n E + 2 - 5 C$

Avec S = sépales, P = pétales, E = étamines, C = carpelles (**Spichiger et al, 2004**).

1-3 Distribution de la famille des Myrtaceae à travers le monde

Leur distribution géographique est essentiellement dans les régions équatoriales, subtropicales, tropicales voire tempérées. Les espèces de cette famille présentent un large éventail d'habitats notamment le bassin méditerranéen, l'Amérique du sud et l'Australie où la partie tempérée de ce continent abrite une grande diversité d'espèces (Géraldine, 2013).

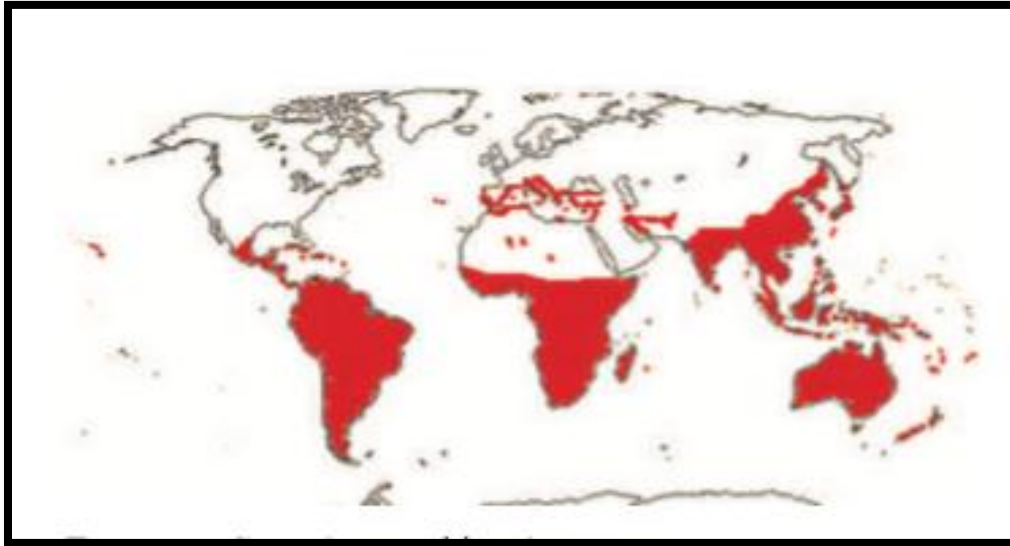


Figure 02 : Répartition géographique mondiale des Myrtaceae.

1-4 Intérêts et utilisations de cette famille

- **Construction, reboisement :**

Les eucalyptus sont beaucoup utilisés pour le bois d'œuvre ainsi que pour le reboisement de certaines régions.

- **Ornemental :**

Certaines plantes de la famille des Myrtacées sont implantées dans les jardins pour leur qualité ornementale, notamment pour leurs pétales et leurs étamines spectaculaires.

- **Alimentaire :**

On trouve de nombreuses espèces dont le fruit est comestible. Par exemple : *Psidium guajava* L. dont le fruit est la goyave ou encore *Syzygium jambos*, dont le fruit est la pomme rose. Cette famille fournit également des épices : le giroflier *Syzygium aromaticum* donne le clou de girofle. Le piment de la Jamaïque ou *Pimenta dioica* donne l'épice appelée « quatre-épices » (Judd et al, 1999).

- **Médicinales:**

- *Eucalyptus globulus* (gommier bleu): feuille (huile essentielle), balsamique, antiseptique.
- *Melaleuca cajuputi* (cajeput): feuille (huile essentielle), antirhumatismal, antidermatique, insecticide.
- *Melaleuca quinquenervia* (niaouli): feuille (huile essentielle), antiseptique, fébrifuge, antidiarrhéique, antirhumatismal.
- *Myrtus communis* (myrte commun): feuille (huile essentielle), contre les affections pulmonaires et les hémorroïdes (**Spichiger et al, 2004**).

1-5 Présentation botanique et géographique du genre *Eucalyptus*

Le terme *Eucalyptus* a été utilisé pour la première fois en 1777 par un botaniste français, Charles-Louis L'Héritier de Brutelle. Il a inventé ce nom à partir du grec « eu » qui signifie « bien » et « calyptos » qui signifie « couvert ». Le genre *Eucalyptus* comprend 7 sous-genres et environ 700 espèces. Leur nombre précis évolue au fil des études taxonomiques. Il appartient à la famille des myrtacées qui compte 90 genres et environ 3000 espèces. La description botanique des eucalyptus date de la fin du dix huitième siècle mais ce n'est qu'au début du vingtième qu'ils ont été utilisés en reboisement (**FAO, 1982**). Cet arbre qui peut atteindre 30 m de haut s'est parfaitement acclimaté chez nous et fait partie de notre paysage. On le trouve partout mais surtout sur les bords des routes (**Djerroumi, 2014**).

1-5-1 Répartition des *Eucalyptus* à travers le monde

Tableau 1 : Répartition des *Eucalyptus* à travers le monde, Statistiques Mondiale 1995 - 1997 (**Warot, 2006**).

Les pays	Nombre de pays	Surface (10 ³ Ha)
Afrique	37	1513
Amérique centrale	7	54
Amérique du sud	13	6200
Asie	12	4737
Méditerranée	7	961
Pacifique	3	183

1-6 Description de l'espèce *Eucalyptus globulus*

1-6-1 Histoire

L'Eucalyptus globulus a été découvert par l'explorateur et botaniste français Jacques-Julien Houtou de la Billardière en 1792 (Toninoli, 2013).

1-6-2 Les noms vernaculaires d'*Eucalyptus globulus*

- Noms communs: gommier bleu.
- Nom botanique: *Eucalyptus globulus*
- Noms vernaculaires Arabe: Calibtos
- Nom targui : Calitous (Beloued, 2009).

1-6-3 Taxonomie et systématique

Selon (Quezel et Santa, 1963) *l'Eucalyptus globulus* est classé comme suit :

Règne :	Plantae
Embranchement :	Spermaphyte
Sous-embranchement :	angiosperme
Classe :	Dicotylédones
Sous classe :	Rosidae
Ordre :	Myrtales
Famille :	Myrtaceae
Genre :	<i>Eucalyptus</i>
Espèce :	<i>Eucalyptus globulus</i> .



Figure 03: Dessin des feuilles, fleurs et fruits d'*Eucalyptus globulus* (Castellana, 2012).

1-6-4 Description

L'Eucalyptus globulus est un arbre qui peut atteindre une taille du 25 à 30m de hauteur quelquefois plus. C'est un arbre indigène en Tasmanie et au Sud-est du continent australien. Introduit en Algérie en 1854 cet arbre ne dépasse guère 30m. Il se signale par sa croissance rapide (Beloued, 2009).

Tronc : droit, à écorce s'exfoliant en grandes bandes verticales laissant apparaître une écorce lisse, bleutée, d'où le nom de gommier (bleu).

Rameaux : quadrangulaires et glauques (juvéniles) puis cylindriques (adultes).

Feuilles : opposées, larges, longues, de 6 à 15 cm, arrondies, glauques (juvéniles) puis alternes, étroites, longues de 15 à 35 cm, vert sombre, brillantes, en forme de faux (adultes). apparaissent lorsque le plant a de 1,80 à 2,50 m de hauteur.

Boutons floraux : en forme de toupie, blanc crème.

Floraison : juin à novembre.

Fleurs : blanches, régulières le plus souvent solitaires (**Annie et Perrier, 2014**).

Les filets des étamines sont allongés, les anthères subovales.

Fruits grands sont souvent hémisphériques ou déprimés, turbinés. Ils ont 4, 5 à 3 loges (**Marcel, 1873**).

1-6-5 Constituants

- Flavonoides ;
- Flavanes ;
- Acides phénol ;
- Tanins galliques ;
- Aldéhydes phloroglucidiques ;
- Substances lipidiques anti oxydantes ;
- Huile essentielle (**Sarda, 2012**).

1-6-6 Usage

Usage Interne:

- Affections des voies respiratoires (bronchites, grippe, asthme et toux) ;
- Affections des voies urinaires (rhumatismes, des névralgies, influenza, hyperglycémie (**Masso, 2007**)).

Usage Externe:

L'Eucalyptus est utilisé pour soigner les plaies, les brûlures, les affections pulmonaires, la grippe, les sinusites, la pédiculose et les moustiques. Les feuilles de *L'Eucalyptus* sont utilisées par les aborigènes d'Australie pour panser les blessures. (**Morigane, 2007**).

2 La famille des Lamiaceae

2-1 Présentation botanique et géographique de la famille Lamiaceae

Les Lamiacées forment une famille très naturelle renfermant environ 2 600 à 2 700 espèces très voisines quant à leurs caractères botaniques et aromatiques. Les Lamiacées s'étendent sur une aire de dispersion très étendue, surtout dans les régions tempérées et chaudes, particulièrement sur les rives septentrionales et orientales de la Méditerranée; sous les tropiques, on les rencontre sur tous sur les montagnes, mais elles ne manquent nulle part (**Franchomme, 2001**).

2-2 Description de la famille des Lamiaceae

2-2-1 Appareil végétatif

Ce sont des herbes à tiges quadrangulaires se multipliant, en une même saison, à l'aide de rejets aériens (stolons) ou rhizomateux.

Les feuilles sont simples et toujours opposées. Elles sont, chez les espèces vivant dans les endroits secs, coriaces. Ce sont des plantes à essence dont l'odeur se dégage par simple attouchement : en effet, la localisation des huiles essentielles est très externe; elles se forment dans des poils à essence et se localisent sous la cuticule qui se soulève.

2-2-2 Appareil reproducteur

Les inflorescences situées à l'aisselle des feuilles supérieures, sont du type de la cyme : d'abord bipares, puis unipares par manque de place. Elles sont fréquemment condensées en glomérules et, souvent, simulent autour de la tige un verticille de fleurs (et, si les entre-nœuds sont très courts et les feuilles réduites à des bractées, un capitule : Menthes).

La fleur : Le plan de symétrie vertical a pour résultat une corolle zygomorphe et la perte de l'étamine supérieure.

La corolle est typiquement bilabée, d'où le nom de Labiées donné par les premiers botanistes : une lèvre est formée des deux pétales supérieurs, l'autre des trois pétales inférieurs.

L'androcée est à quatre étamines didynames mais on trouve chez quelques rares Lamiacées tropicales une cinquième étamine (la supérieure) et, quelques genres dont les Sauges, le Romarin, n'ont plus que deux étamines.

Le gynécée comporte, disposés sur un disque nectarifère toujours présent, deux carpelles soudés qui se subdivisent chacun par une fausse cloison en deux demi-loges, chacune contenant un ovule.

Le fruit Le fruit est un tétrakène logé au fond d'un calice persistant, chaque demi-carpelle donnant naissance à un akène élémentaire (**Guignard et al ; 2007**).

La formule florale est : $5 S + 5 P + 4 E + 2 C$.

Avec S = sépales, P = pétales, E = étamines, C = carpelles (**Spichiger et al ; 2004**).

2-3 Présentation botanique du genre *Mentha*

La menthe, du nom latin *Mentha*, est l'une des plus anciennes plantes médicinales connues : les archéologues ont découvert ses feuilles dans des pyramides d'Egypte vieilles de 3000 ans, Les menthes sont des plantes vivaces, herbacées indigènes et très odorantes. Les menthes conservent depuis l'antiquité une diversité d'emplois et occupent une large place dans la thérapeutique. Sur le plan des principes chimiques, la plupart des espèces de menthe doivent leur odeur et activité à leurs Huiles Essentielles ou Essences de menthe. Ces essences très odoriférantes ont un intérêt industriel important ; elles sont souvent extraites des plantes de la race cultivée avec de bons rendements.

Parmi toutes les lamiacées, les menthes se reconnaissent, en plus de leur odeur spéciale, à leurs fleurs très petites, à leurs corolles presque régulières à quatre lobes presque égaux et leurs quatre étamines également presque égales. Les principales caractéristiques de ces espèces sont :

- une tige quadrangulaire.
- des feuilles simples et opposées.
- l'odeur caractéristique qui se dégage par simple touché (**Chibani, 2012**).

2-4 Description de l'espèce *Mentha spicata*

2-4-1 Les noms vernaculaires de *Mentha spicata*

Nom commun : menthe verte, menthe douce, menthe chewing-gum, menthe des jardins, menthe romaine, menthe sauvage, baume vert (**Pauline, 2015**).

- Nom botanique : *Menth spicata*. ; *Mentha viridis* L ; *Mentha silvestris* L. ; *Mentha longifolia* (**Fournier, 1999**).

2-4-2 Taxonomie et systématique :

Règne :	Plantae.
Embranchement :	Spermaphyte
Sous-embranchement :	Angiosperme
Classe :	Dicotylédones
Sous-Classe :	Gamopétale.
Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiaceae
Genre :	Mentha
Espèce :	<i>Mentha spicata</i> (Judd et al, 1999).

**Figure 04 :** *Mentha spicata***2-4-3 Origines**

Les origines de la *Mentha spicata* sont incertaines. Selon certains botanistes, elle serait le résultat d'une hybridation très ancienne entre *Mentha rotundifolia* et *Mentha longifolia*. Il semblerait que la menthe verte soit originaire de l'Amérique du nord.

2-4-4 Description

Plante vivace, robuste, de 50 cm à 1 mètre, d'un vert sombre, à odeur suave très pénétrante.

Tige : La tige de la menthe verte est dite quadrangulaire (carrée) ascendante (orthotrope). Elle est de couleur pourpre. La taille de la menthe verte peut atteindre au maximum une hauteur de 1,20 mètre mais en moyenne varie entre 0,30 et 0,60 m. Les tiges glabres ou glabrescentes, rameuses. La menthe verte est une plante à rhizomes traçants.

Feuilles : Les feuilles sont opposées persistantes, dentées en scie, vertes sur les 2 faces, glabres ou presque glabres.

Racines : La racine est une racine pivotante qui dure plus de 3 ans. On les trouve en dessous de chaque pied, des rhizomes (tiges souterraines) servent à la propagation de la plante.

Fleur : Les fleurs poussent en grappe à l'aisselle de la feuille. Elles sont zygomorphes et hermaphrodites. La fleur est pentamère oligostémone et ses pétales sont soudés (gamopétales). L'ovaire est super

Inflorescence : L'inflorescence est indéfinie en épi cylindrique dense.

2-4-5 Habitat

La menthe verte pousse essentiellement sur les terrains riches profonds et frais, elle n'aime pas les sols calcaires. On la trouve surtout en basse altitude dans les régions tempérées entre 400 et 1800 mètres. Elle préfère les lieux ensoleillés à semi ombragés.

2-4-6 Phénologie

La menthe verte fleurit de la fin du printemps au début de l'automne (de juin à septembre/octobre), parfumée et mellifère. Ses feuilles sont persistantes (Douay, 2008).

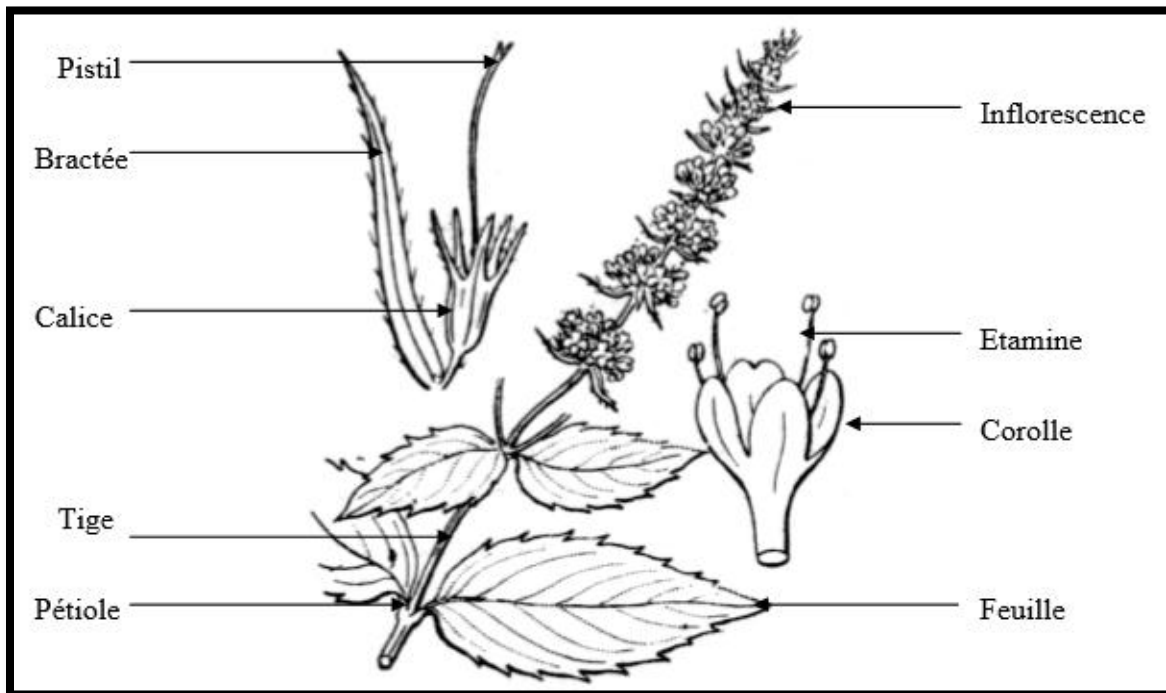


Figure 05 : Les différentes parties constituant de l'espèce *Mentha spicata* (Douay, 2008).

2-4-7 Usage

Usage Interne:

En usage interne, la Menthe s'utilise contre l'atonie digestive, l'indigestion, la fatigue générale, les gastralgies, l'aérophagie, les spasmes gastriques et coliques, les flatulences, les diarrhées, le choléra, les parasites intestinaux, l'intoxications gastro-intestinales, les affections hépatiques, les vomissements nerveux, et l'haleine fétide des dyspeptiques. On l'utilise aussi contre les palpitations et vertiges, les migraines, les tremblements, les paralys

ies, les règles insuffisantes ou douloureuses, l'asthme, la bronchite chronique, et la tuberculose.

Usage Externe:

la Menthe s'utilise contre la gale, l'asthme, la bronchite, la sinusite, les migraines, les névralgies dentaires, et les moustiques. Contre l'asthme, la bronchite et la sinusite utiliser la Menthe en inhalations. Contre les migraines et les névralgies dentaires se masser avec l'huile essentielle de Menthe. Enfin pour éloigner les moustiques mettez quelques gouttes de Menthe sur votre oreiller (**Morigane, 2007**).

Chapitre II : Les huiles essentielles

1 Généralités sur les huiles essentielles

1-1 Définition

Une huile essentielle est la fraction odorante volatile extraite des végétaux. C'est le parfum concrétisé de la plante, un véritable concentré. Elle peut être extraite de différentes parties d'un végétal : les feuilles (ex : eucalyptus), les fleurs (ex : camomille), l'écorce (ex : la cannelle), le bois (ex : le cèdre), le zeste (ex : le citron) et bien d'autres encore : les graines, les baies, les fruits, le bulbe... Vous avez forcément déjà été en contact avec certaines huiles essentielles. Par exemple, lorsque vous épluchez une orange ou une clémentine, ce qui sent fort et pique les yeux, c'est de l'huile essentielle (**Festy, 2014**).

1-2 Les familles d'appartenance des huiles essentielles

Parmi les 800 000 espèces de plantes prospérant sur la planète, un nombre relativement importantsynthétisedes composants aromatiques (**Franchomme , 2001**).

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Les genres capables d'élaborer les constituants qui composent les huiles essentielles sont répartis dans un nombre limité de familles (ex : Apiaceae, Asteraceae, Cupressaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Poaceae, Rutaceae...) (**Giraud, 2016**).

1-3 Synthèse et stockage des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule. Ensuite, elles sont stockées dans des cellules dites cellules à huiles essentielles, dans des poils sécréteurs, dans des poches sécrétrices ou dans des canaux sécréteurs.

Elles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : les fleurs, les feuilles, les racines, les rhizomes, les fruits, le bois et/ou les graines (**Djahra, 2014**).

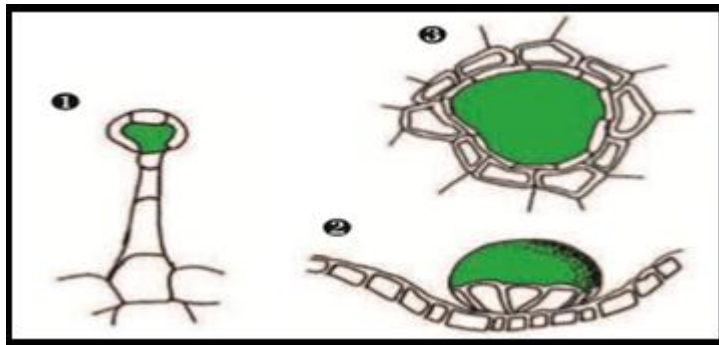


Figure 06 : Quelques exemples d'appareil sécréteur (Grosmond, 2007).

- 1- poil face inférieure feuille de Sauge officinale ;
- 2- poil glandulaire d'Hysope officinale ;
- 3- canal glandulaire schizogène de feuille de pin.

1-4 Composition Chimique des Huiles Essentielles

Les huiles essentielles sont constituées principalement de deux groupes de composés odorants distincts selon la voie métabolique empruntée ou utilisée. Il s'agit des terpènes (mono et sesquiterpènes), prépondérants dans la plupart des essences, et des composés aromatiques dérivés du phénylpropane.

Les monoterpènes :

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les huiles essentielles (90%). Ils comportent deux unités isoprène (C_5H_8). Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonctions chimiques spéciales.

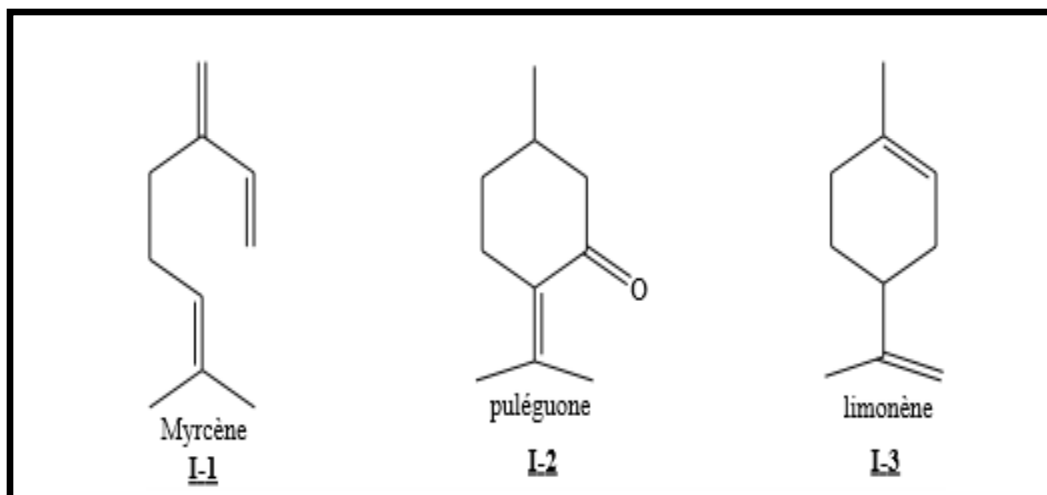


Figure 07: Exemples de quelques monoterpènes.

Les sesquiterpènes

Ce sont des dérivés d'hydrocarbures en $C_{15}H_{22}$ (assemblage de trois unités isoprènes). Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurelles, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques.

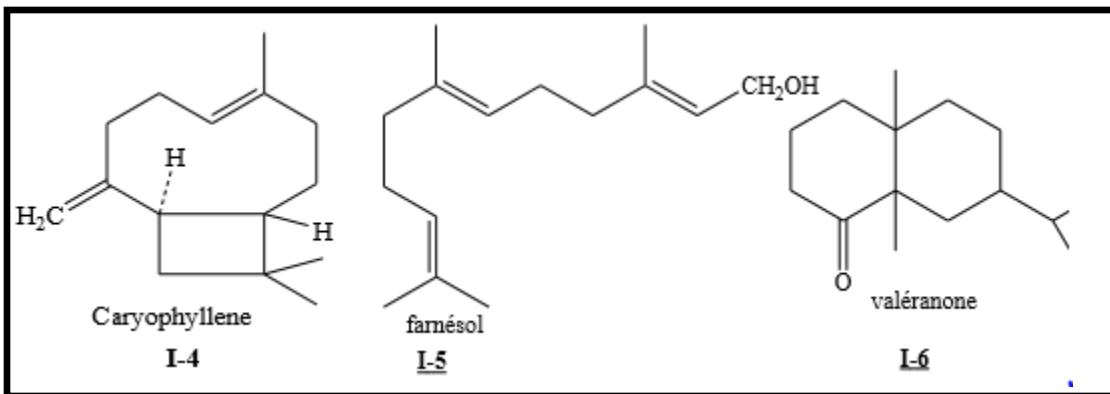


Figure 08 : Exemples de quelques sesquiterpènes.

Les composés aromatiques

Une autre classe de composés volatils fréquemment rencontrés est celle des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Figure 3). Cette classe comporte des composés odorants bien connus comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthole, l'estragole et bien d'autres. Ils sont davantage fréquents dans les huiles essentielles d'Apiaceae (persil, anis, fenouil, etc.) et sont caractéristiques de celles du clou de girofle, de la vanille, de la cannelle, du basilic, de l'estragon, etc. (El Haib, 2011).

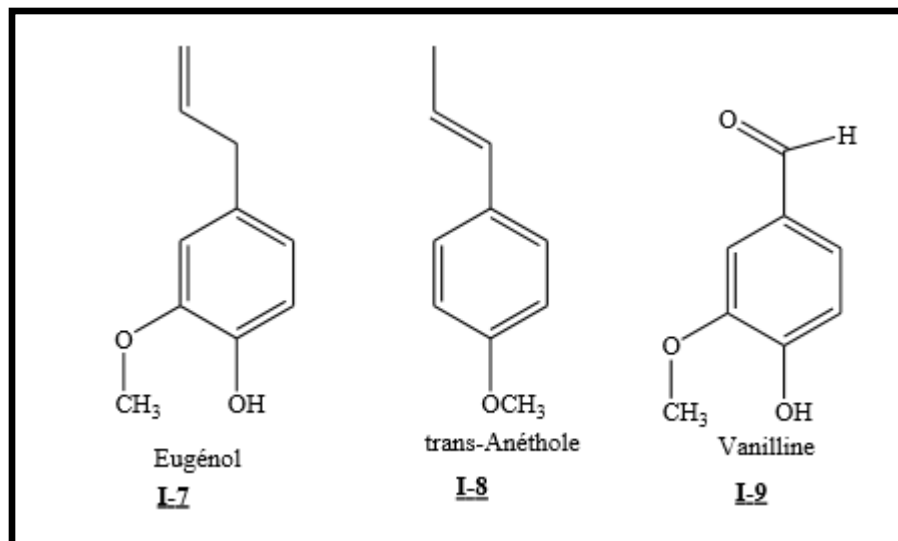


Figure 09 : Exemples de composés aromatiques.

1-5 Propriétés Physico-chimique

Les huiles essentielles sont en général liquides à température ambiante, volatiles, d'odeurs très forte, Généralement incolores sauf : Camomoille (bleu), Cannelle (rouge). Elles sont insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants, les huiles et la vaseline; très altérables, elles s'oxydent au contact de l'air et de la lumière (**Djahra, 2014**).

1-6 Intérêt des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. Elles sont extrêmement anti-infectieuses, antiseptiques (contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne), et antivirales. Ce sont les seules alternatives aux antibiotiques, et elles ont largement fait la preuve de leur efficacité dans ce domaine. Mais leurs aptitudes couvrent des domaines bien plus larges : elles sont antidouleurs, cicatrisantes, antihémorragiques, digestives, elles régulent l'immunité, les hormones, elles déstockent les graisses infiltrées ou renforcent les vaisseaux sanguins... À chaque huile essentielle son rôle et, pour la plupart, ses multiples activités (**Festy , 2014**). la majorité des cosmétiques contiennent une certaine quantité d'huile essentielle comme élément parfumant, il serait probable que ces essences servent aussi à préserver ces cosmétiques tout en leur assurant une odeur agréable (**Beylier et Maurel, 1976 ; De boucheberg et al, 1976; Pellecuer et al., 1976**).

1-7 Méthode d'extraction extraction des huiles essentielles

1-7-1 Hydrodistillation

Il s'agit de la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée. Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité. Au laboratoire, le système équipé d'une cohobe généralement utilisé pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger (**El Haib, 2011**).

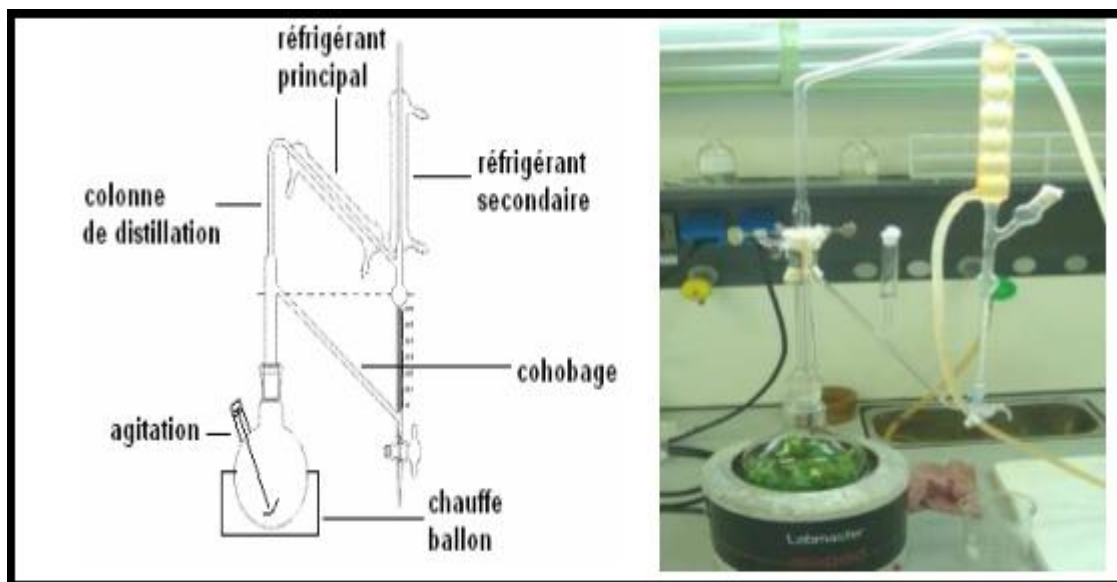


Figure10: Montage d'hydrodistillation : type de Clevenger.

1-7-2 Entraînement à la vapeur d'eau

Dans ce type de distillation, le matériel végétal ne macère pas directement dans l'eau. Il est placé sur une grille perforée au travers de laquelle passe la vapeur d'eau. La vapeur endommage la structure des cellules végétales et libère ainsi les molécules volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant. Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant les altérations hydrolytiques (**Lucchesi, 2005**).

1-7-3 L'expression à froid

Elle constitue le plus simple des procédés, mais ne s'applique qu'aux agrumes (orange, citron, bergamote) dont l'écorce des fruits comporte des poches sécrétrices d'essences. Ce procédé consiste à broyer, à l'aide de presses, les zestes frais pour détruire les poches afin de libérer l'essence. Le produit ainsi obtenu porte le nom d'essence, car il n'a subi aucune modification chimique (**Roux, 2008**).

1-7-4 La percolation

Ce procédé nouveau, appelé aussi "**hydrodiffusion**", et qui consiste à envoyer la vapeur de haut en bas (à l'inverse de la distillation), présente l'intérêt, pour certaines plantes seulement, d'être plus rapide, donc moins préjudiciable à la qualité des substances aromatiques. Néanmoins, cette méthode présente l'inconvénient de charger les huiles essentielles en substances non volatiles ; il s'agit ici "d'essences de percolation".

1-7-5 L'extraction au CO₂ supercritique

C'est une des méthodes les plus modernes, mais aussi les plus coûteuses, elle consiste à faire passer dans la masse végétale (en général des fleurs) un courant de CO₂ qui, par augmentation de la pression, fait éclater les poches à essences et entraîne les substances aromatiques. Diverses études tendent à prouver que ce procédé respecterait intégralement l'essence originelle (**Franchomme, 2001**).

1-8 Qualité et rendement des huiles essentielles

La qualité des huiles essentielles dépend de plusieurs facteurs dont le procédé d'obtention, l'état de maturation, l'état de conservation et sa provenance

En effet, pour être pleinement efficaces, les plantes doivent provenir de lieux de culture favorables et avoir été cueillies, préparées et conservées avec soin tel n'est pourtant pas toujours le cas et l'on trouve donc souvent, dans le commerce, des huiles essentielles qui n'ont d'essentiel que le nom (**Padrini et Lucheroni, 1996**).

Les teneurs en huiles essentielles sont généralement très faibles. Il peut varier de la 10% c'est-à-dire que la quantité des huiles essentielles comme en toutes choses, doit obligatoirement se payer. (**Vaine J, 1984**).

1-9 Conservation des huiles essentielles:

Les huiles essentielles sont des substances très délicates. et s'altèrent facilement, ce qui rend leur conservation difficile. Les risques de dégradation sont multiples : Peroxydation des carbures et décomposition en cétones et alcools (limonène).....etc.

Ces dégradations peuvent modifier leurs propriétés si elles ne sont pas enfermées dans des flacons propres et secs en aluminium, en acier inoxydable ou en verre teinté, à l'abri de la lumière et de la chaleur (**Abdelouahid et Bekhechi, 2014**). Dans ces conditions, se conserveront pendant au moins 5 ans (**Zhiri et Baudoux, 2016**).

Chapitre III :
Activités
biologiques

1 Définition de l'allélopathie

Le phénomène de l'allélopathie est connu depuis plus de 2000 ans. Ce phénomène consiste à l'interférence chimique d'une espèce végétale avec la germination, la croissance ou le développement d'autres espèces de plantes.

Le terme allélopathie a été présenté pour la première fois par Molisch en 1937. Ce terme est dérivé du mot grec «allelo» les uns des autres (Ang. of one another) et de «patheia» de souffrir (Ang. suffering) et indique l'effet préjudiciable de l'une sur l'autre, c'est à dire l'inhibition de la croissance d'une plante par une autre grâce à la production et la libération de substances chimiques toxiques dans l'environnement (**Benmeddour, 2009**). Les plantes sécrètent substances chimiques (allélochimiques) pour se défendre essentiellement de métabolites tels les acides phénoliques, les flavonoïdes, les terpénoïdes et les alcaloïdes (**Hopkins, 2003**).

1-2 Voies de libération des composés allélopathiques

Tous les organes végétaux contiennent des quantités variables de substances potentiellement allélopathiques qui sont libérées dans l'environnement par des voies diverses :

Volatilisation

La libération de substances toxiques volatiles par les plantes est un phénomène écologiquement plus important dans les milieux arides ou semi-arides. Les substances émises par cette voie sont le plus souvent des mono terpènes simples (**Bertin et al, 2003**).

Exsudation racinaires

On appelle exsudats racinaires toutes les substances organiques solubles et insolubles libérées dans le sol par les racines saines ou lésées. L'exsudation racinaire présente un intérêt particulier pour les phénomènes allélopathiques parce qu'il s'agit d'une voie de libération directe des toxines dans la rhizosphère, pouvant ainsi potentiellement influencer la composition de la flore microbienne (**Bertin et al, 2003**).

Le lessivage

Le lessivage de tissus végétaux, principalement de feuilles, par la pluie, le brouillard ou la neige conduit à la dissolution et au transport de constituants solubles vers le sol. La grande majorité des substances allélopathiques peut être lessivée, y compris les terpènes, les alcaloïdes et les substances phénoliques (Tukey, 1970).

Dans les situations naturelles, il est difficile de différencier l'importance relative de ces aspects. Ce phénomène d'allélopathie a été décrit chez les espèces de la famille des Astéracées.

Quel que soit le mode d'émission par la plante productrice, les substances vont évoluer et migrer dans le milieu par différentes manières; volatilisation, ruissellement, lessivage, et dégradation, ... etc. (Chadda, 2007).

1-3 Application de l'allélopathie

En situation naturelle, il semble que l'allélopathie contribue à la répartition spatiale des espèces et à l'organisation des successions végétales. Les phénomènes allélopathiques trouvent également de nombreuses applications dans le domaine de l'agriculture :

- **Concurrence des mauvaises herbes sur la culture**

Les propriétés allélopathiques ont été mises en évidence pour plus de 90 espèces de mauvaises herbes ;

- **Lutte contre les mauvaises herbes**

On envisage la sélection de variétés ayant un pouvoir allélopathique, par exemple pour le riz ; des substances allélopathiques peuvent servir à l'élaboration d'herbicides, comme la Cynméthylène développé par Shell à partir de Cinéol (composé terpénique de l'*Eucalyptus*) pour le désherbage des cultures de soja, d'arachide et de cotonnier ;

- **Gestion des rotations culturales**

On observe des effets d'une culture sur la suivante, soit à cause de phénomènes d'auto-toxicité (le sorgho ou le riz pluvial peut subir un effet dépressif s'il est implanté après un précédent de la même culture avec de fortes variations variétales), soit à travers des successions nettoyantes (dans le cas de la culture de tournesol) ; les associations de cultures peuvent être perturbées par des substances allélopathiques (par exemple leur action sur la fixation de l'azote peut gêner l'établissement des légumineuses dans les prairies).

- **Itinéraires technique**

La présence de résidus de récolte constitue, actuellement, un problème qui prend de l'importance avec le développement des techniques de travail minimum. L'enfouissement des résidus de récolte permet de diluer les composés allélopathiques libérés par leur décomposition et de limiter leurs effets sur la culture suivante. Les phénomènes d'allélopathie sont pris en compte dans la gestion des plantes de couverture (**Caussanel , 1975**).

2 Activité antibactérienne

La première mise en évidence de l'action des huiles essentielles contre les bactéries a été réalisée en 1881 (**Boyle, 1955**). Depuis, de nombreuses huiles ont été définies comme antibactérienne (**Burt, 2004**). Leur spectre d'action est très étendu, car elles agissent contre un large éventail de bactéries, y compris celles qui développent des résistances aux antibiotiques.

Cette activité par ailleurs variable d'une huile essentielle à l'autre et d'une souche bactérienne à l'autre (**Kalemba, 2003**). Les huiles essentielles agissent aussi bien sur les bactéries Gram positive que sur les bactéries Gram négative. Toutefois, les bactéries Gram négative paraissent moins sensibles à leur action et ceci est directement lié à la structure de leur paroi cellulaire (**Burt, 2004**).

Partie expérimentale

Chapitre I :

Matériels et

méthodes

La partie expérimentale a été réalisée au laboratoire pédagogique de biologie, Université Mohamed Boudiaf de Msila pendant la période allant de mars 2017 à mai 2017. La détermination de la biologie des HEs *Eucalyptus globulus* et *Mentha spicata*.

1- Matériel végétal

1-1 Plantes utilisées pour l'extraction

Les plantes utilisées dans ce travail sont *Eucalyptus globulus* de la famille Myrtaceae, et récolté en mars 2017 de la Résidence universitaire Ayeb Abdullah Pôle universitaire de M'sila, pendant de floraison. Et la deuxième plante *Mentha spicata* (Menthe vert) de la famille lamiaceae (labiée), et récolté en avril 2017 de la zone de Ouanougha située au Nord de la wilaya de M'sila, pendant la période de floraison. La partie utilisée est les feuilles de deux plantes puis débarrassées des impuretés, ensuite séchée à l'ombre à une température ambiante, afin de préserver au maximum l'intégrité de sa composition chimique.



Figure 11: Localisation géographique de la zone d'étude (M'sila).



Photo01: l'arbre d'Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*).



Figure 12: Localisation géographique de la zone d'étude(Ouanougha).



Photo 02: la plante de menthe (*Mentha spicata*).

2- Extraction des huiles essentielles

2-1 Procédé d'extraction et conservation de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* et *Mentha spicata*

L'huile essentielle a été obtenue à partir de la partie aérienne d'*Eucalyptus globulus*, et *Mentha spicata* par distillation à vapeur d'eau en utilisant le système Clevenger.

100g des feuilles fraîche ont été coupés en petits morceaux et introduits dans le ballon de 2000 ml et mixés avec 1,5 litre d'eau distillée. L'ensemble est hydrodistillé pondant 3 heures,

Afin de récupérer l'huile essentielle dans un petit flacon taré et stockée à 4 à 6°C. L'extraction par hydrodistillation a été répétée plusieurs fois.

L'hydrodistillation se base sur le pouvoir que possède la vapeur d'eau à transporter les HES. L'opération consiste à immerger une quantité de la masse végétale dans un grand ballon en verre (2000 ml) contenant une quantité suffisante d'eau distillée sans remplir complètement le ballon (le contenu du ballon ne doit pas dépasser les trois tiers) pour éviter les débordements au cours de l'ébullition. Le mélange est porté à ébullition à l'aide d'une chauffe ballon. Les vapeurs chargées de huile essentielle passent à travers le tube vertical,

puis à travers le réfrigérant où aura lieu la condensation. Les gouttelettes ainsi produites s'accumulent dans le tube rempli au préalable d'eau distillée. En raison de la différence de densité, l'huile surnage à la surface de l'eau distillée. L'HE obtenue est récupérée.

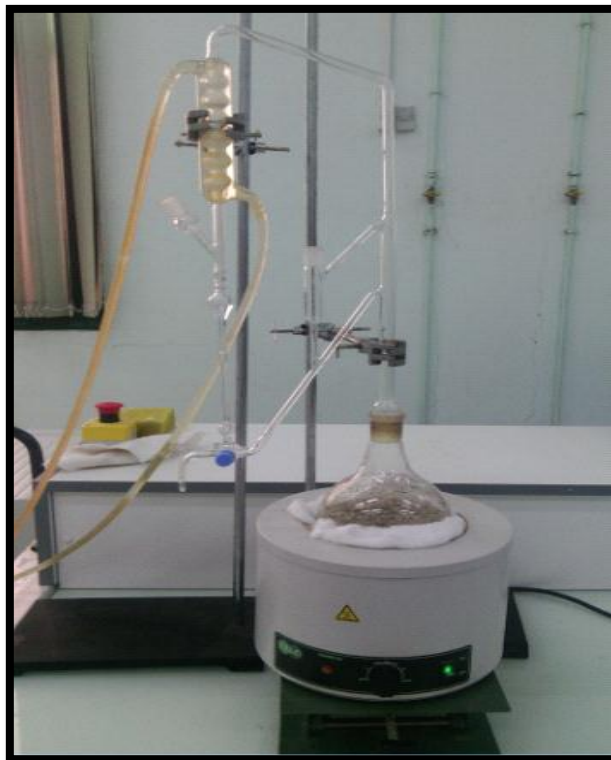


Photo 03 : photo réel de l'appareil de Clevenger.

2-1-1 Calcul du rendement

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids d'huile essentielle extraite et le poids de la biomasse végétale à traiter. Le rendement est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$R = (Ph / Pv) \times 100$$

R = rendement de l'huile essentielle en %.

Ph = poids de l'huile essentielle en gramme.

Pv = poids du matériel végétal en gramme.

3- Analyses chromatographiques

3-1 Chromatographie analytique sur couche mince (CCM)

La chromatographie est une méthode physique de séparation basée sur les différences d'affinités des substances à analyser à l'égard de deux phases. La chromatographie sur couche mince (CCM) repose principalement sur des phénomènes d'adsorption : la phase mobile est

un solvant ou un mélange de solvants, qui progresse le long d'une phase stationnaire fixée sur une plaque de verre ou sur une feuille semi-rigide de matière plastique ou d'aluminium. Après que l'échantillon ait été déposé sur la phase stationnaire, les substances migrent à une vitesse qui dépend de leur nature et de celle du solvant. (Antonot, 1998).

3-1-1 Méthode

Les analyses sont effectuées en phase normale, avec des plaques de silice déposées sur feuille d'aluminium ce qui constitue la phase stationnaire.

Sur les plaques préparées, on dépose une petite goutte de chaque huile diluée et les plaques sont ensuite introduites dans des cuves conventionnelles en verre préalablement saturées par la phase mobile, qui peut être généralement un mélange binaire ou ternaire de solvants, selon le type de séparation recherchée. Le système de solvant utilisé est :

Système 01 : n-Hexane-Dichloro-méthanol (4 : 0.5, v : v).

Révélation : la visualisation des plaques est faite par la méthode Physiques (sous une lampe UV par la longueur d'onde : 365nm).

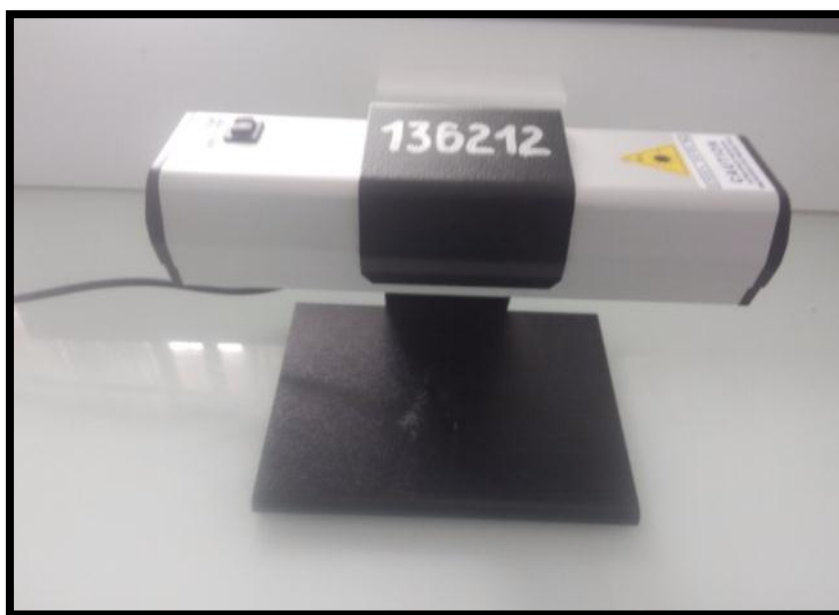


Photo 04: photo réel de l'appareil l'UV.

3-1-2 Calcul du Rapport frontal (Rf)

Pour chaque spot on a calculé le facteur de rétention qui est égal à la distance parcourue par le constituant divisé par la distance parcourue par le solvant.

$$R_f = d / D$$

d : Distance parcourue par le constituant.

D : Distance parcourue par le front du solvant.

4- Activité antigerminative (allélopatie)

4-1 Collecte des graines de quelques plantes économiques

Les tests de mise en évidence de l'existence d'effets inhibiteurs ou stimulant des huiles essentielles sur la croissance des plantes ont été réalisés sur des :

Tableau 02: les plantes testées de l'effet allélopatie.

- Espèce	Non scientifique	Famille	Source
Blé dur Waha	<i>Triticum durum L</i>	Poacées	ITGC de Sétif
L'orge	<i>Triticum vulgare L</i>	Poacées	achetées du marché local de M'sila
L'avoine	<i>Avena sterilis L</i>	Poacées	achetées du marché locale de M'sila
Marguerite commune	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Asteraceae	achetées du marché locale de M'sila
Bourrache officinale	<i>Borago officinalis L.</i>	Boraginacées	achetées du marché locale de M'sila
L'épinard	<i>Spinacia oleracea</i>	Chenopodiaceae	achetées du marché locale de M'sila

4-2 la préparation des différentes concentrations d'HEs

Nous prenons 1 ml d'huile essentielle, puis ajouter la même quantité (1 ml) d'éther, que nous avons acquis la première concentration (C1).

Pour la deuxième concentration, nous prenons 1 ml de la première concentration, puis on ajoute la même quantité (1 ml) d'éther, que nous avons acquis la deuxième concentration (C2).

Faites la même méthode a été mentionné précédemment pour la troisième (C3) et quatrième (C4) concentrations.

4-3 Les tests de germination

Tous les tests de germination sont réalisés dans des boîtes de Pétri. Nous avons utilisé des boîtes stériles en plastique de 80 mm de diamètre et d'une hauteur de 13 mm. Le même type de boîtes est utilisé pour chaque espèce adventice. Des disques en papier filtre standard d'un diamètre égal à celui des boîtes sont placés dans les boîtes de Pétri. Chaque boîte est numérotée avec un marqueur permanent. Elles sont ensuite recouvertes.

4-4 Les tests préliminaires de germination

Dans le but d'obtenir des taux maximums de germination et de choisir une durée moyenne pour les tests de germination, nous avons réalisé des tests préliminaires de germination. Toutes les graines des espèces adventices récoltées sont soumises à ces tests. Nous avons utilisé trois boîtes de Pétri pour chaque espèce. Nous avons introduit au départ 5 ml d'eau distillée avec une pipette graduée (10 ml). Ensuite, 10 graines de chaque espèce sont déposées sur le papier filtre dans chaque boîte. Nous avons incubé dans une étuve réglée à 25 °C et suivie la germination des graines chaque jour à la même heure. La durée d'incubation a été de 10 jours. Selon (Malcolm et al, 2003) la vitesse et la durée de germination des graines ne changent pas significativement à des températures ambiantes (de 15 à 25 °C). Toutefois, à 10 °C les graines a une germination lente.

Au 8ème jour d'incubation nous avons observé que toutes les graines qui germent développent une radicule (ou coléorhize) et une tigelle (ou coléoptile). Après cette durée d'incubation nous avons remarqué qu'il n'ya plus de germination et que les racines commencent à se dessécher et certaines d'entre elles présentent des longueurs importante et se chevauchent.

Les graines de bourrache officinale et l'épinard sont éliminés car les graines a une germination lente, et pour les graines de Marguerite commune de petite taille ont été éliminées.

Les tests préliminaires de germination nous ont permet d'arrêter la liste définitive des mauvaises herbes, Les espèces sélectionnées sont celles qui ont présenté un taux de germination supérieur ou égale à 50 %. Ces tests préliminaire nous ont permet aussi de déterminer la durée des tests finaux de germination (8 jours). Les espèces retenues pour les teste allélopathiques sont :

- *Avena sterilis* L. (L'avoine, marché locale de M'sila), famille Poaceae ;
- *Triticum durum* L. (Blé dur Waha, ITGC de Sétif), famille Poaceae ;
- *Triticum vulgare* L. (L'orge, marché locale de M'sila), famille Poaceae.

4-5 Les tests finaux de germination

Nous avons utilisé dix boîtes de Pétri pour tester l'effet de chaque HEs sur la germination des graines de chaque espèce.

Deux boîtes (3 répétitions) sont utilisées pour l'eau distillée. Ces dernières représentent le témoin.

Quatre boîtes (3répétitions) sont utilisées pour quatre concentrations des HEs d'*Eucalyptus globulus* et quatre boîtes (3répétitions) sont utilisées pour quatre concentrations des HEs de *Mentha spicata*.

A l'aide d'une pipette graduée nous avons introduit au départ 5 ml de l'eau distillée considéré dans chaque boîtes de Pétri testé et le témoin (nous utilisons des poids de quatre concentration pour les deux huiles en bouchon de papier d'aluminium). Dans chaque boîte de Pétri nous avons déposé 10 graines (Photo 5 et 6). Les boîtes sont recouvertes immédiatement. Nous avons choisie des graines saines (sans anomalies) et qui ont presque la même taille.



Photo 05 : Teste de germination d'*Avena sterilis* avec l'eau distillée et quatre concentrations d'HEs d'*Eucalyptus globulus* avant l'incubation.

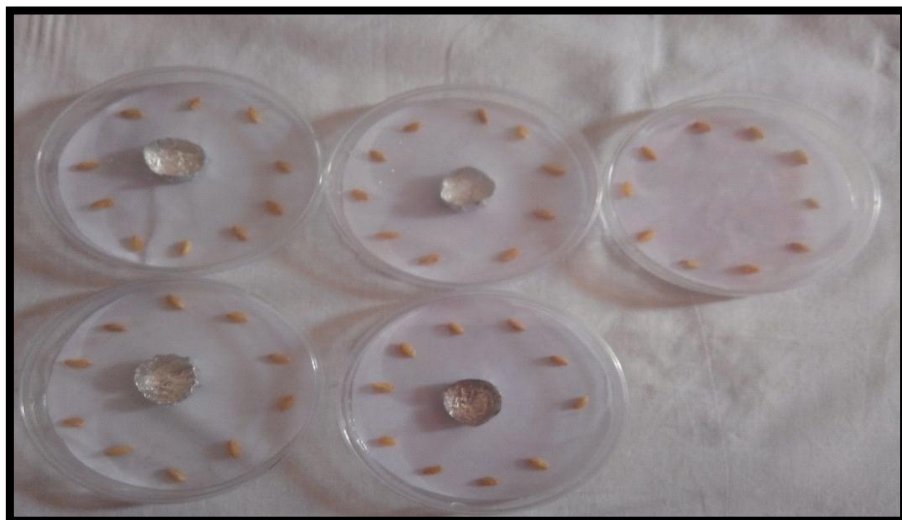


Photo 06: Teste de germination de *Triticum durum L* avec l'eau distillée et quatre concentrations d'HEs de *Mentha spicata* avant l'incubation.

4-6 Incubation

Nous avons réalisés tous les tests de germination durant la période avril 2017. Pour cela nous avons utilisé une température ambiante et mettez- les dans l'obscurité.

4-6 Suivre de germination et notation.

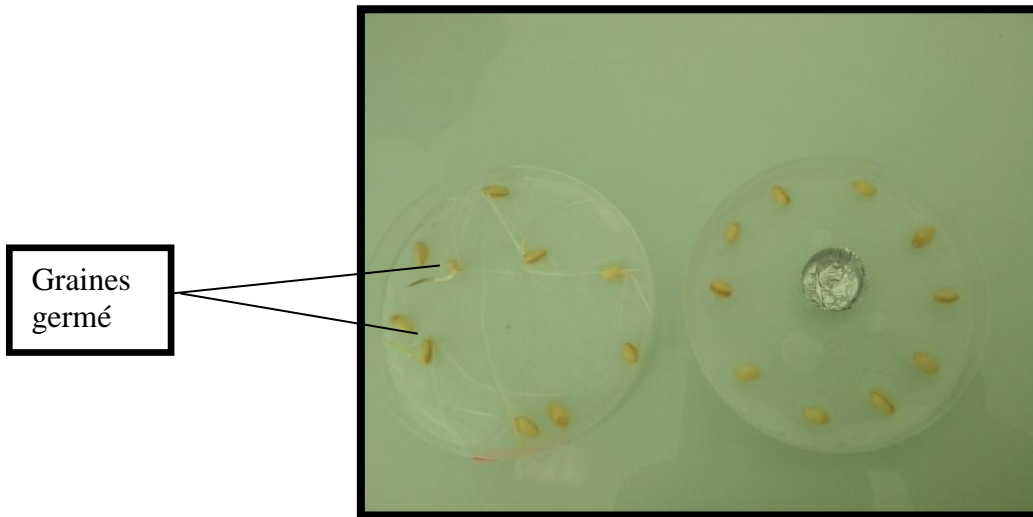


Photo 07: Des graines de blé *Triticum durum L.* témoin et traitées par l'HE de *Mentha spicata*(C1) après 4 jours d'incubation.

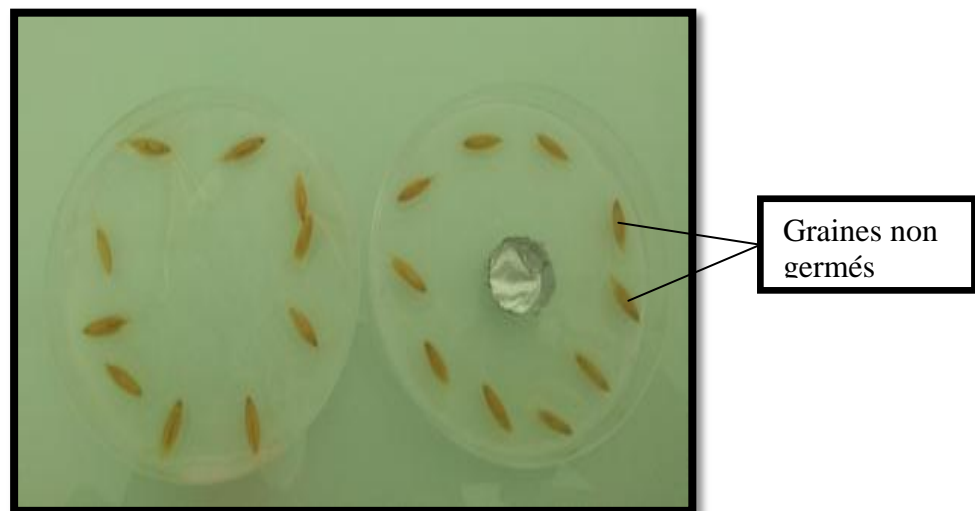


Photo 08: Des graines de l'avoine *Avena sterilis L.* témoin et traitées par l'HE d'*Eucalyptus globulus*(C3) après 4 jours d'incubation.

4-7 Mesures des longueurs des racines et des parties aériennes

Après avoir déterminé le nombre des graines qui ont germés dans chaque boîte, nous avons mesuré les longueurs de la partie racinaire (LR) et la partie aérienne (LPA). La plus longue des racines primaires alors qu'elle représente la longueur de la radicule ou la longueur

de la racine principale des dicotylédones. La LPA correspond la première feuille. La LPA correspond pour les espèces dicotylédones à la longueur de la tigelle ou la tigelle plus les feuilles dicotylédonnaires ou encore la tigelle plus les premières feuilles.

4-8 Détermination des pourcentages de germination

Le pourcentage de germination des graines pour chaque boîte de Pétri est déterminé selon la formule suivante :

$$\text{PG \%} = \text{nombre des graines qui ont germé} \times 100 / 10$$

Pour comparer les effets des trois espèces allélopathiques sur chaque espèce, nous avons convertie les pourcentages de germination et les mesures des LR et LPA en pourcentages d'inhibition. Les conversions sont effectuées selon la formule utilisée par (Dhima et al. 2006 ; Chung et al. 2003 ; Benmeddour 2009) :

$$\% \text{ I} = [(\text{Témoin} - \text{Extrait}) / \text{Témoin}] \times 100$$

% I : le pourcentage d'inhibition par rapport au témoin

Témoin : la moyenne des 4 répétitions du témoin

Extrait : le pourcentage de germination ou la longueur de la LR ou la LPA de chaque boîte traitée par l'extrait aqueux. (Ou de chaque boîte traitée par l'HE)

Le **% I** de chaque variable (la germination, la longueur de la racine et la longueur de la partie aérienne) est calculé séparément, tel que :

% IG : Le pourcentage d'inhibition de germination (G)

% ILR : Le pourcentage d'inhibitions de la longueur de la racine (LR)

% ILPA : Le pourcentage d'inhibition de la longueur de la partie aérienne (LPA)

5 Activité antibactérienne

5-1 Les souches microbiennes utilisées

Les souches utilisées sont des souches fournies par le laboratoire de microbiologie d'université conservées à 4°C.

Tableau03: les souches microbiennes.

Souches bactériennes	Catégorie	Référence
<i>Escherichia coli</i>	Gram -	ATCC 255922
<i>Staphylococcus aureus</i>	Gram+	ATCC 25923

5-2 Les milieux de culture

Le milieu de culture utilisés pour la réalisation des testes antimicrobiennes sont les suivants :

- La gélose nutritive pour l'isolement et l'entretien des souches bactériennes ;
- La gélose Muller Hinton pour l'étude de la sensibilité des bactéries aux différents HE ;
- bouillont nutritif.

5-3 Stérilisation du matériel

L'eau physiologique, le milieu de culture, les tubes à essai utilisés dans la préparation des solutions bactériennes et les disques en papier Wattman (6 mm de diamètre) enrobés dans du papier aluminium ont été stérilisés à l'autoclave à 120°C pendant 15 min.

5-4 repiquages des espèces bactériennes

Les différentes espèces bactériennes ont été repiquées par la méthode des stries, puis incubées à 37 °C afin d'obtenir des colonies isolées qui vont servir à la préparation de l'inoculum.

5-5 préparations de l'inoculum

Des colonies bien séparées des espèces bactériennes concernées ont été prélevées à l'aide d'une anse de platine stérile et homogénéisées dans 10 ml de bouillon nutritif puis portées à l'incubation pendant (18-24) heure à 37°C.

5-6 Délutions des souches bactériennes

Chaque souche bactérienne diluée (1/10) dans d'eau physiologique stérile.

5-7 préparations des disques

Des disques de papier Wathman n°1 de 6 mm de diamètre, stériles (stérilisation à 120°C pendant 15 min par autoclavage), sont chargés de l'HE à testes.

5-8 préparations des milieux de culture

La gélose de Muller Hinton stérile prête à l'usage a été coulée dans des boites de pétri stériles de 90 mm de diamètre. L'épaisseur de la gélose est de 4 mm répartie uniformément dans les boites. Ces dernières doivent être séchées 30 min à une température ambiante du laboratoire avant leur emploi.

5-9 Ensemencement et dépôt des disques

Des boites de pétri stériles préalablement coulées, sont ensemencées par étalage à l'aide d'écouvillon, L'ensemencement est réalisée de telle sorte à assurer une distribution homogène des bactéries.

A l'aide d'une pince stérile, les disques de papier Wattman sont déposés à la surface de la gélose inoculée au préalable, puis prélevée à l'aide de micropipette de 10 μ l.

Les concentrations a été déjà préparé et déposés sur les disques.

L'activité antibactérienne est déterminée en termes de diamètre de la zone d'inhibition produite autour des disques après 24 heures d'incubation à 37°C.

Chapitre II :

Résultat et

discussion

1- Résultat

1-1 Rendement des huiles essentielles

La première quantification à faire est celle du rendement en huile essentielle obtenue par la technique d'hydrodistillation. Ce rendement est calculé à partir du poids de l'huile essentielle par rapport au poids de la masse végétale utilisée dans l'hydrodistillation, soit :

$$\mathbf{R\% = \text{le poids d'HE obtenue après l'extraction} / \text{poids de matière végétal} \times 100}$$

- Pour l'*Eucalyptus globulus*

Le poids de matière végétale 100g, et le poids d'huile essentielle après l'extraction par l'hydrodistillation 0.4g.

$$\mathbf{R\% = 0.4 / 100 \times 100 = 0.4 \%$$

- Pour *Mentha spicata*

Le poids de matière végétale sec 50g, et le poids d'huile essentielle après l'extraction par l'hydrodistillation 0.3 g.

$$\mathbf{R\% = 0.3 / 100 \times 100 = 0.3 \%$$

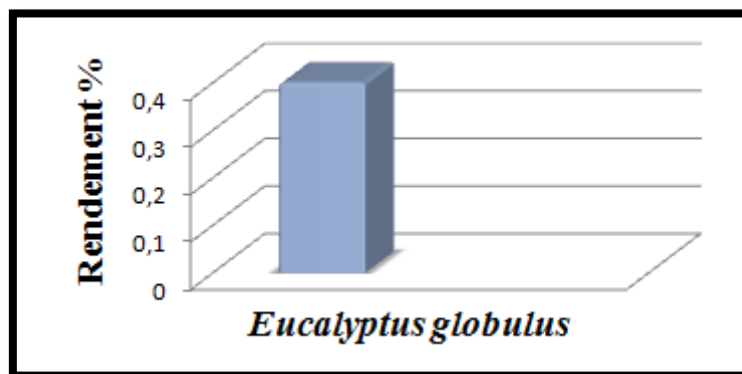


Figure 13 : Rendement d'huile essentielle obtenu par hydrodistillation de la plante *E. globulus*.

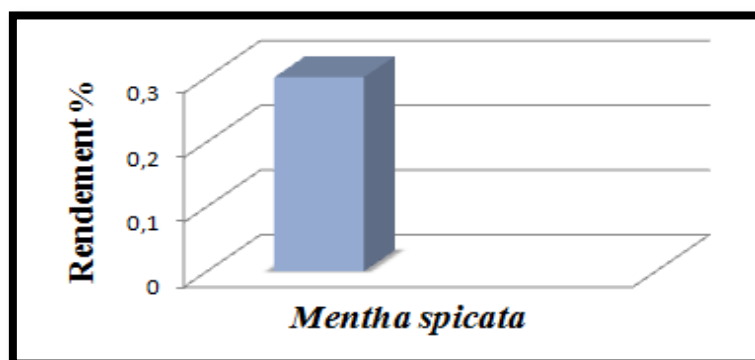


Figure 14 : Rendement d'huile essentielle obtenu par hydrodistillation de la plante *M. spicata*

1-2- Analyse chromatique

1-2-1 Chromatographie analytique sur couche mince (CCM)

Les résultats de la chromatographie sur couche mince (CCM) de nos HEs est résumés dans le tableau (04). Il s'agit des informations sur les facteurs de rétention (RF) des constituants chimiques, leur comportement à la lumière UV (à 360nm), et leur coloration.

Tableau 04 : Résultat d'analyse chromatographique sur couche mince.

	Espèce	Nombre de spots	Couleurs	Rf (cm)
Système (01)	<i>Eucalyptus globulus</i>	6	Vert claire	0.25
			Bleu claire	0.27
			Vert claire	0.38
			Vert	0.85
			Bleu	0.88
			Jaune claire	0.91
	<i>Mentha spicata</i>	4	Vert claire	0.1
			Bleu claire	0.12
			Bleu	0.36
			Jaune claire	0.4

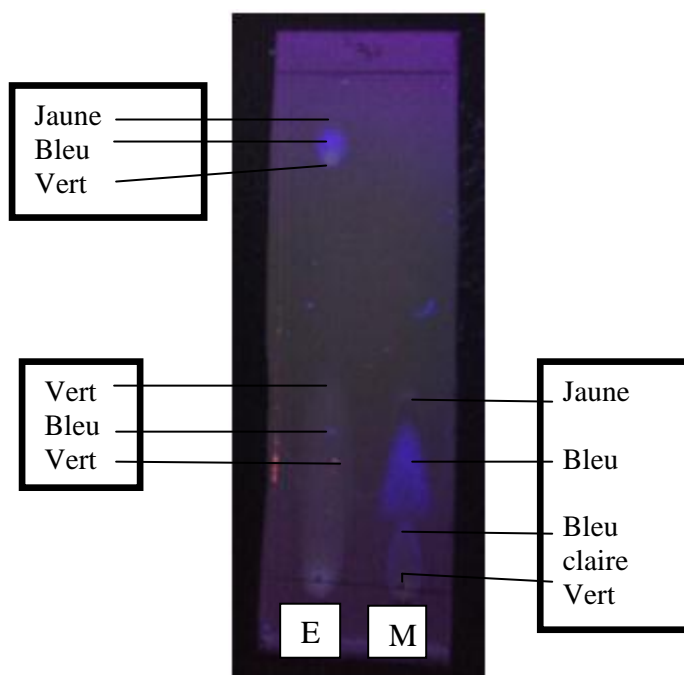


Photo 09: Résultat d'analyse chromatographique des HEs sur couche mince.

E : *Eucalyptus globulus* ;

M : *Mentha spicata*.

Dans l'analyse de l'HEs de deux plantes étudiées, par la méthode de chromatographie sur couche mince, on trouve que dans ce système, l'HEs contient de nombreux constituants qui apparaissent sous forme de taches.

1-3 Activité allélopathique

1-3-1 Les tests finaux de germination

Après 8 jours d'incubation, l'expérience est arrêtée et le pourcentage de germination de chaque espèce et dans chaque boîte est déterminé.

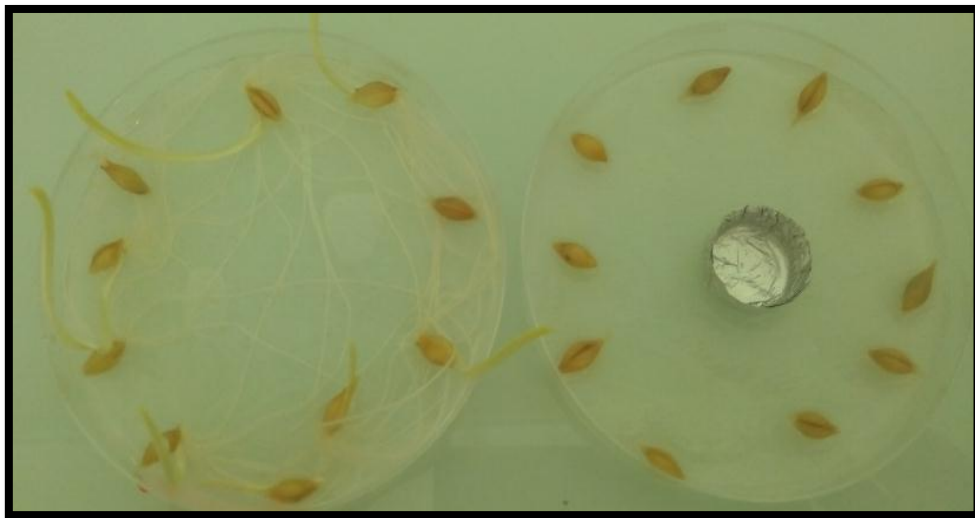


Photo 10: Test de germination d'*Hordeum vulgare* L. avec l'HE de *Mentha spicata* (C1) après l'incubation.

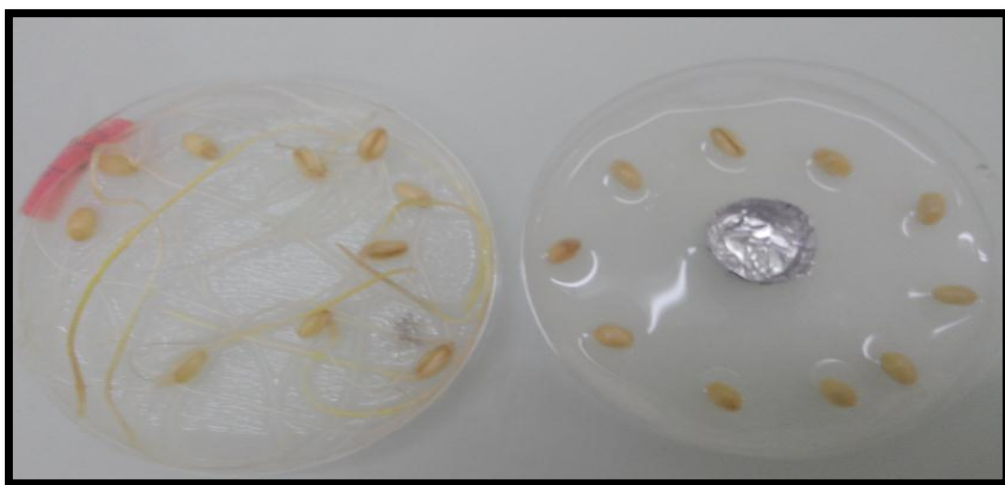


Photo 11: Test de germination de *Triticum durum* L. (Waha) avec l'HE d'*Eucalyptus globulus* (C2) après l'incubation.

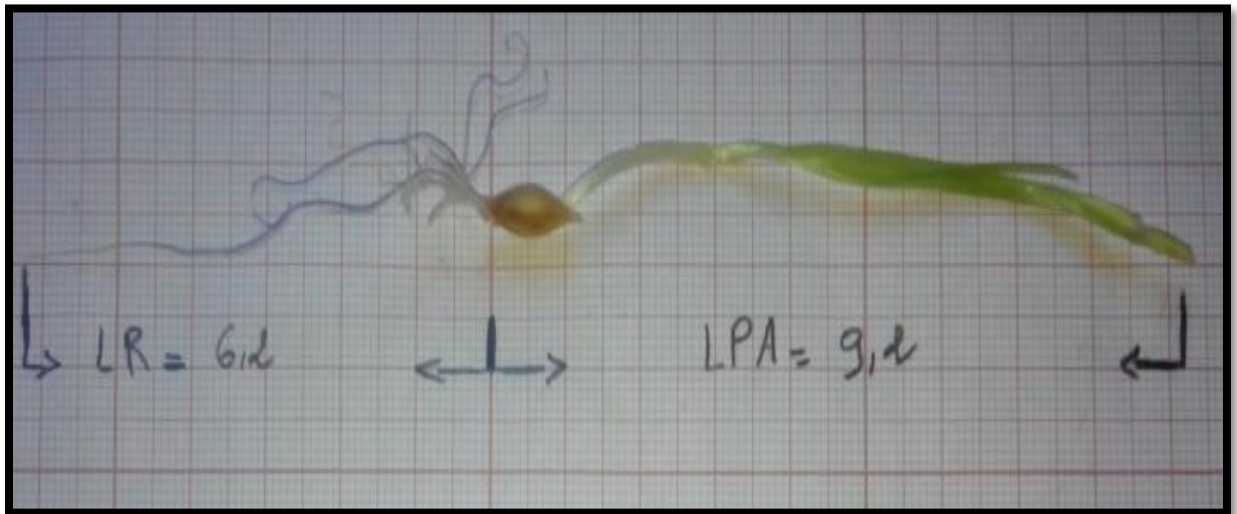
1-3-2 Mesures des longueurs des racines et des parties aériennes

Photo 12: Mesure de la longueur de la racine et la partie aérienne d'une plantule *d'Hordeum vulgare L.* traitée avec l'eau distillée.

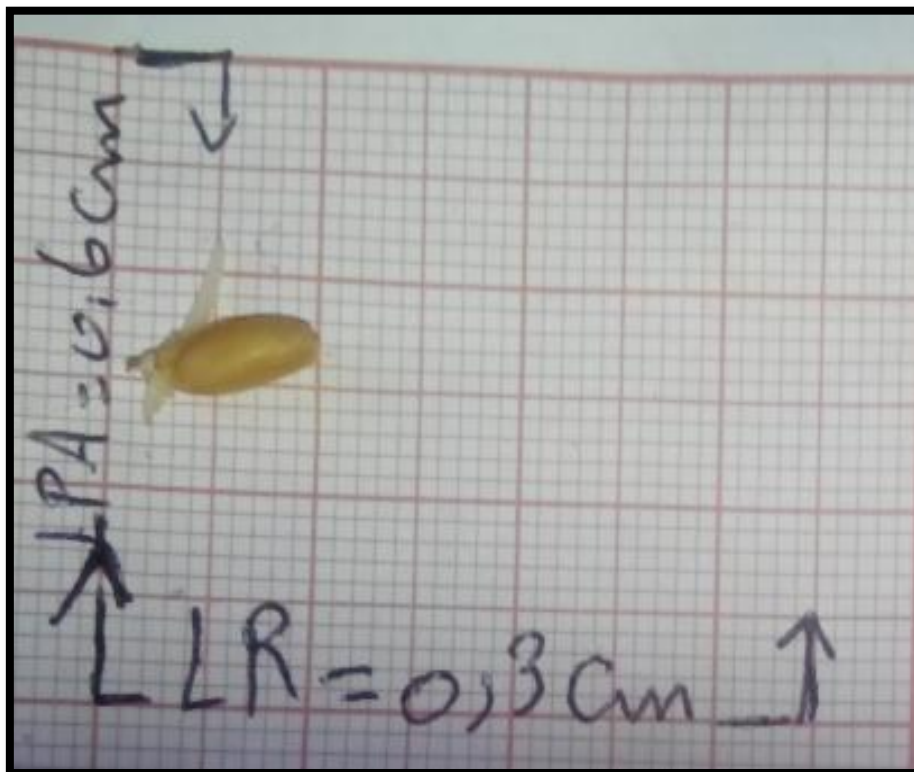


Photo 13: Mesure de la longueur de la racine et la partie aérienne d'une plantule *Triticum durum L.* (Waha) traitée avec *d'Eucalyptus globulus (C3)*.

1-3-3 Détermination des pourcentages de germination

Le Pourcentage de germination exprime le nombre des graines germées par rapport au nombre total des graines semées. Les figures 14, 15, 16 illustrent les variabilités dans le pourcentage de germination des graines de trois plantes testées à différentes concentrations des HEs et des graines témoins.

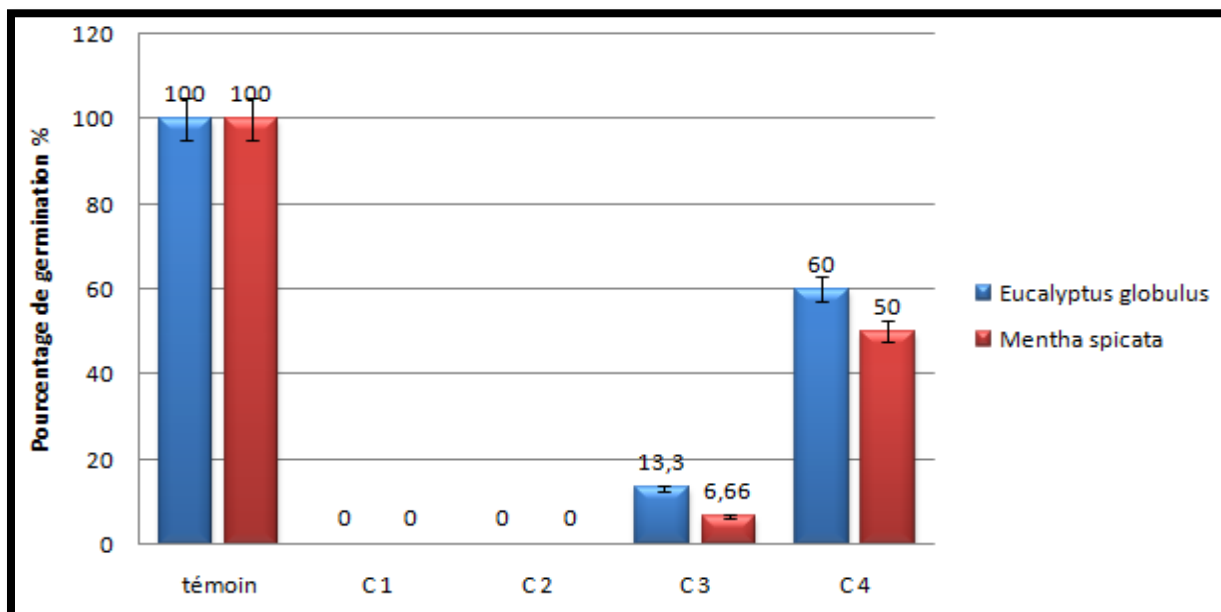


Figure 15: Pourcentage de germination maximal rapporté pour les graines de *Triticum durum* L. témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentrations.

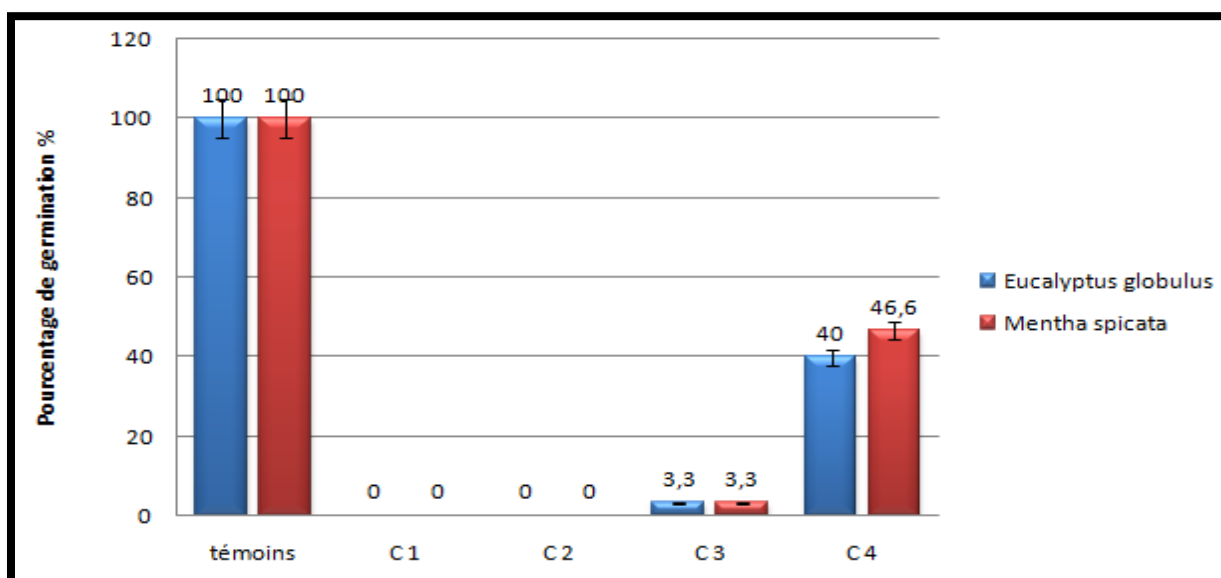


Figure 16: Pourcentage de germination maximal rapporté pour les graines d'*Hordeum vulgare* L. témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentrations.

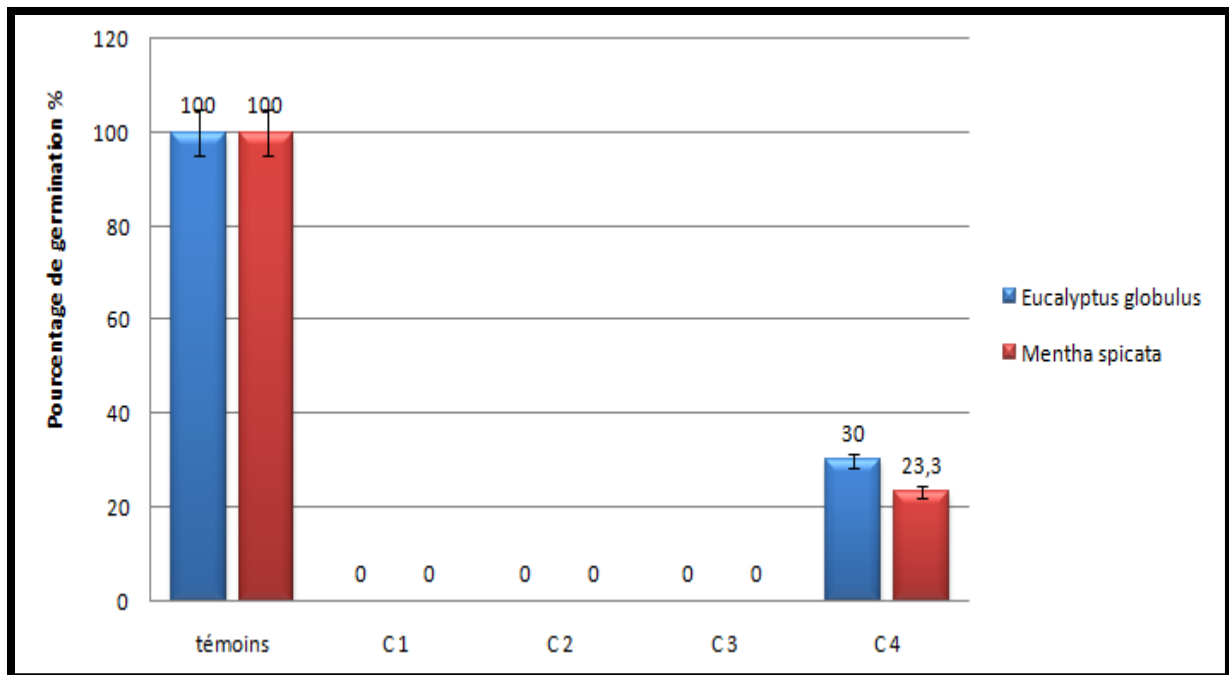


Figure 17: Pourcentage de germination maximal rapporté pour les graines *Avena sterilis L.* témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.

Au vu des résultats des figures 14, 15, 16 il ressort un effet inhibiteur de la germination des HEs d'*Eucalyptus globulus* et *Mentha spicata* sur les espèces testées.

Au niveau de différentes boîtes traitées par les deux HEs provoque une diminution du pourcentage de germination des graines à différentes concentration.

Pour les deux l'HEs le pourcentage de germination est maximum dans la concentration (C4) cela indique que il ya un faible effet inhibitrice sur les graines. Par rapport les concentrations (C1), (C2) et (C3) est minimum cela indique que il ya un effet inhibitrice important sur les espèces testées.

1-3-4 Pourcentage d'inhibition de germination

Pourcentage d'inhibition, explique la capacité d'une substance ou préparation à inhiber la germination des graines. Il est évalué en calculant le rapport de nombre de graines témoins moins le nombre de graines testés par rapport au nombre totale des graines témoin. Les figures 17, 18, 19 illustrent les variabilités dans le pourcentage de germination des graines de trois plantes testées à différentes concentrations des HEs et des graines témoins.

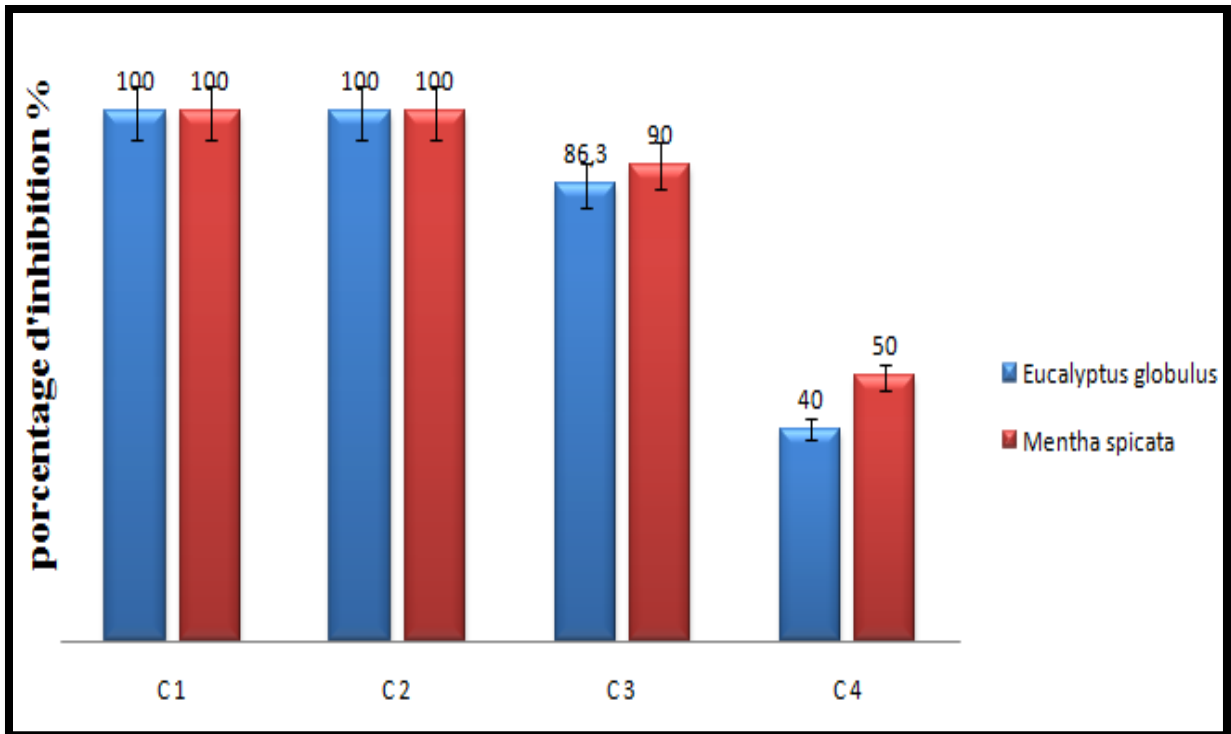


Figure 18: Pourcentage d'inhibition rapporté pour les graines de *Triticum durum L.* témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.

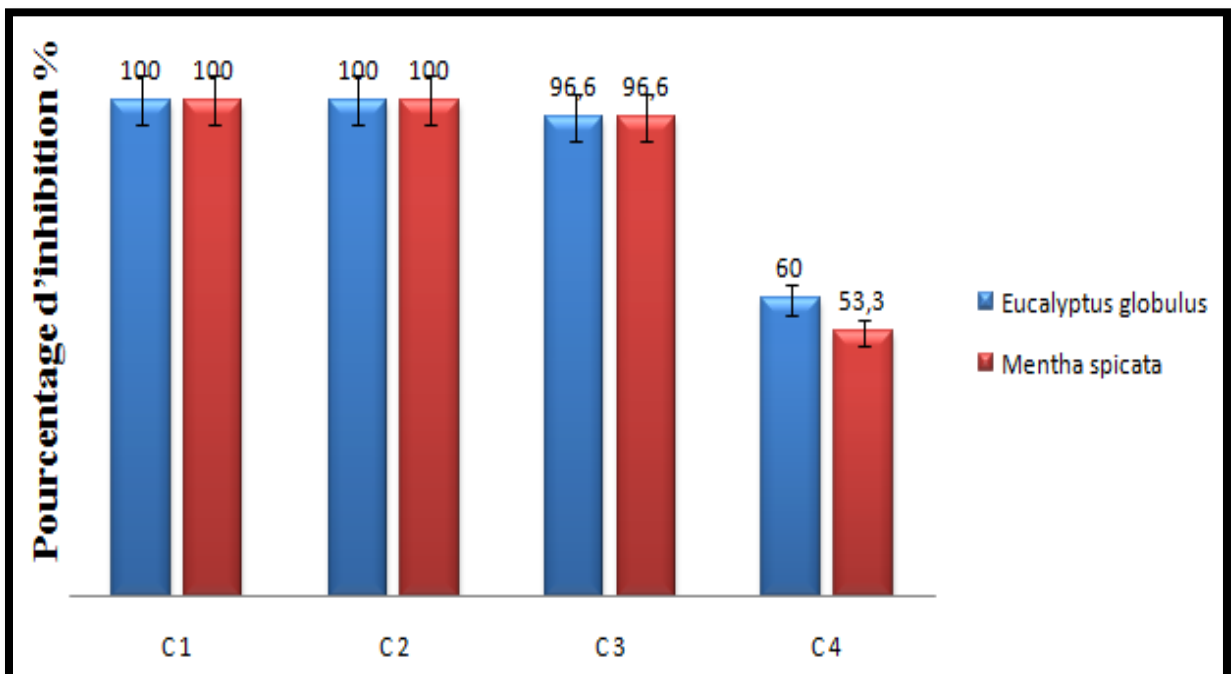


Figure 19: Pourcentage d'inhibition rapporté pour les graines d'*Hordeum vulgare L.* témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.

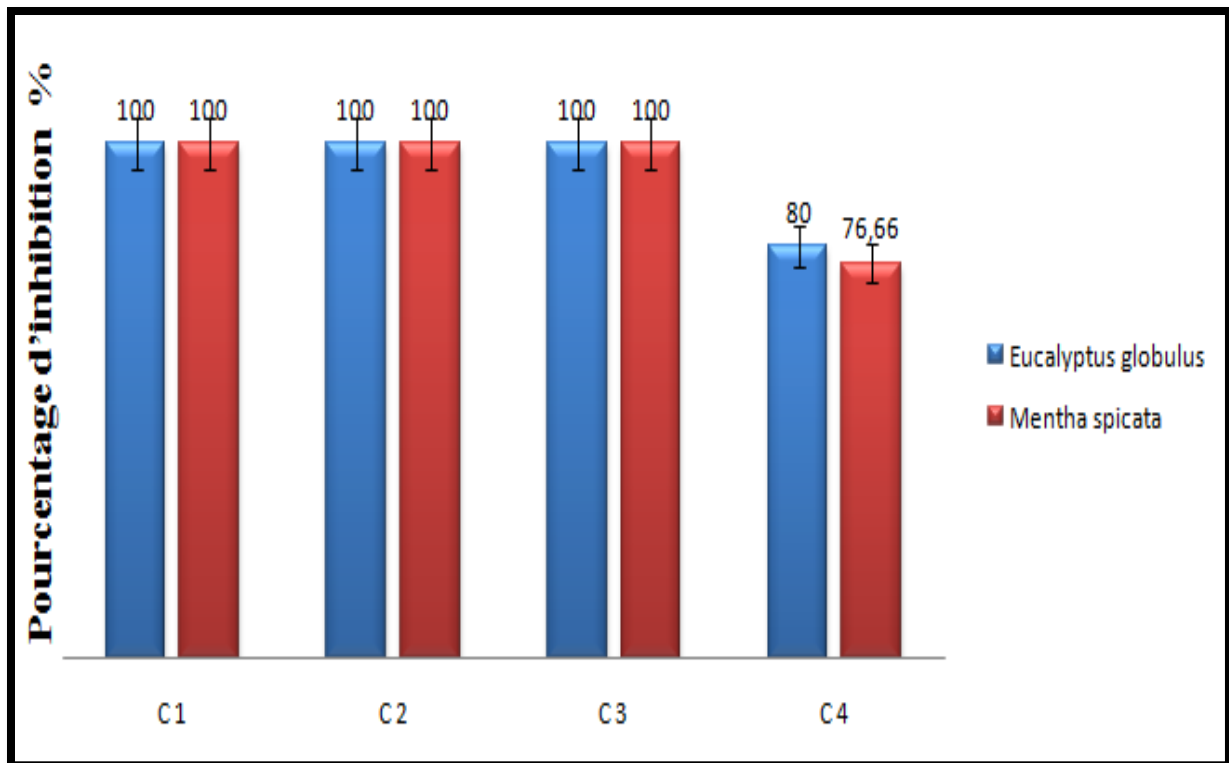


Figure 20: Pourcentage d'inhibition rapporté pour les graines *Avena sterilis L.* témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.

Il est noté un pourcentage d'inhibition 100 % pour les graines traitées par l'HEs à concentration (C 1) et (C2). Pour les graines traités par l'HEs à concentration (C 3) est presque la même chose, mais le pourcentage d'inhibition pour les graines traités par l'HEs à concentration (C 4) est diminué par rapport les autre concentrations.

1-3-5 Pourcentage d'inhibition de longueur de racines (LR)

Le pourcentage d'inhibition de la longueur des racines (LR) explique la capacité d'une substance ou préparation à inhiber la croissance de longueur des racines (LR). Il est évalué en calculant le rapport de la moyenne de la longueur des racines (LR) témoins moins la moyenne de la longueur des racines (LR) testés par rapport à la moyenne de la longueur des racines (LR) témoins. Les figures 20, 21, 22 illustrent les variabilités dans le pourcentage d'inhibition des LR des plantes testées au niveau de différentes boîtes traitées.

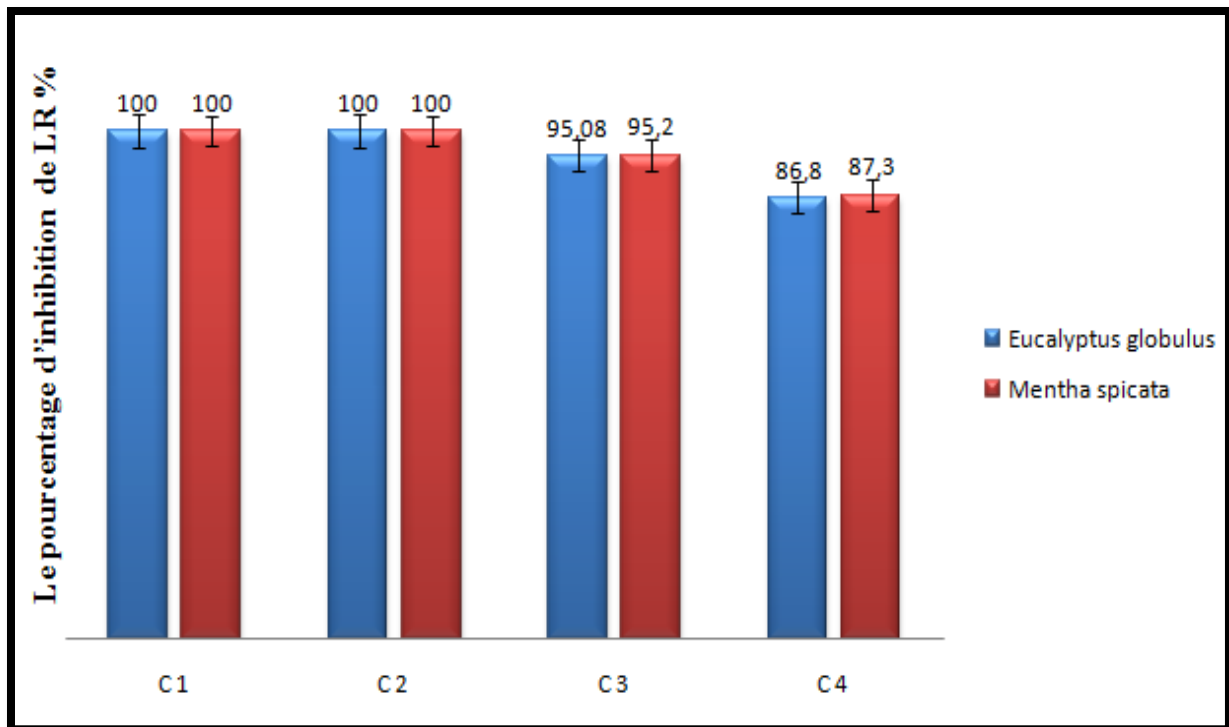


Figure 21: Pourcentage d'inhibition de la longueur des racines (LR) maximal rapporté pour les graines de *Triticum durum L.* témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.

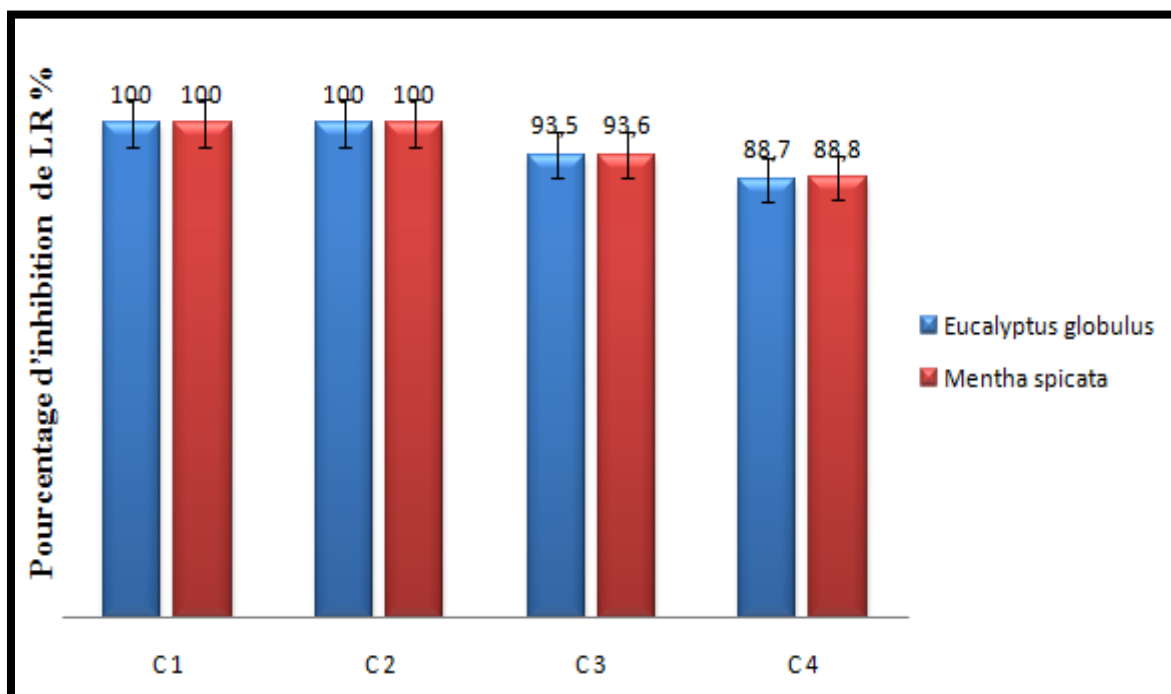


Figure 22: Pourcentage d'inhibition de la longueur des racines (LR) maximal rapporté pour les graines de *Hordeum vulgare L.* témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.

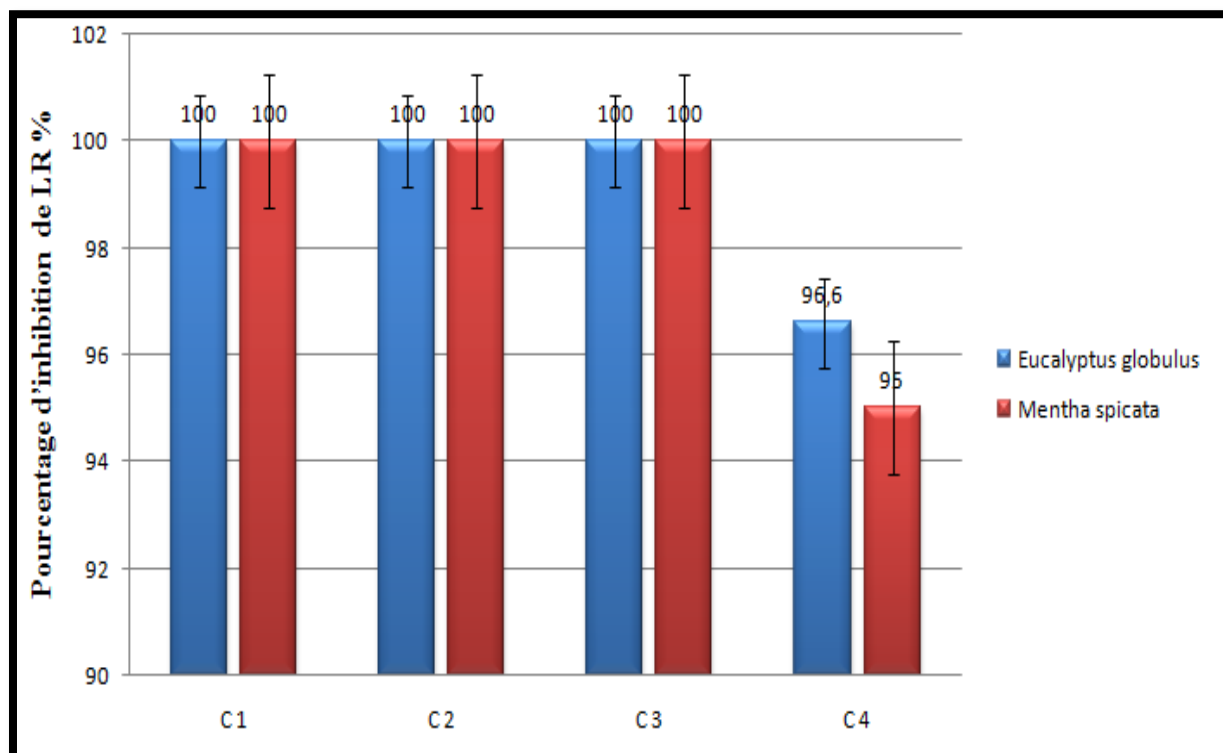


Figure 23: Pourcentage d'inhibition de la longueur des racines (LR) maximal rapporté pour les graines d'*Avena sterilis L.* témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.

Les HEs de deux plantes, présente une forte inhibition de la croissance de la longueur des racines (RL) des plantules des espèces expérimentaux et cela toute les concentrations testées.

On remarque aussi que cet effet inhibiteur est plus important chez le blé, l'orge, et l'avoine à al concentrations (C 1), (C 2), et (C 3) de deux HEs, mais dans concentration (C 4) est faible par rapport les autre concentrations.

1-3-6 Pourcentage d'inhibition de longueur de partie aérienne (LPA)

Le pourcentage d'inhibition de la longueur de partie aérienne (LPA) explique la capacité d'une substance ou préparation à inhiber la croissance de longueur de partie aérienne (LPA). Il est évalué en calculant le rapport de la moyenne de la longueur de partie aérienne (LPA) témoins moins la moyenne de la longueur de partie aérienne (LPA) testés par rapport au moyenne de la longueur de partie aérienne (LPA) témoins. Les figures 23, 24, 25 illustrent les variabilités dans le pourcentage d'inhibition des LR des plantes testées au niveau de différentes boites traitées.

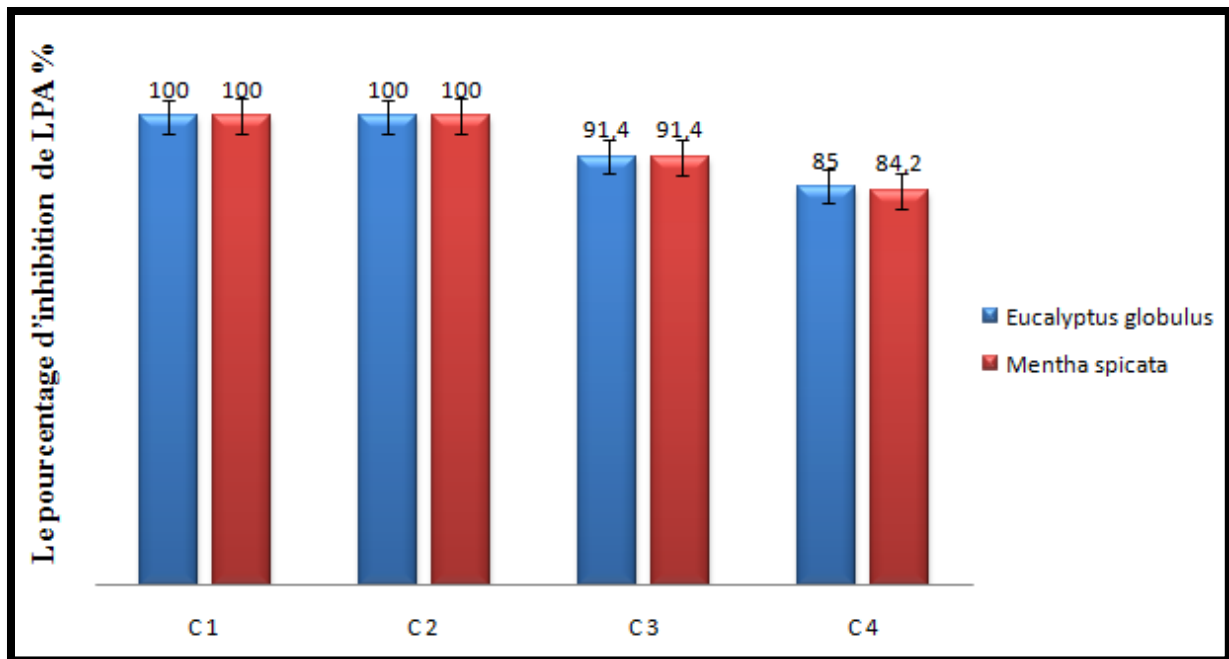


Figure 24:Le pourcentage d'inhibition de la longueur de partie aérienne (LPA) maximal rapporté pour les graines de *Triticum durum L.* témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.

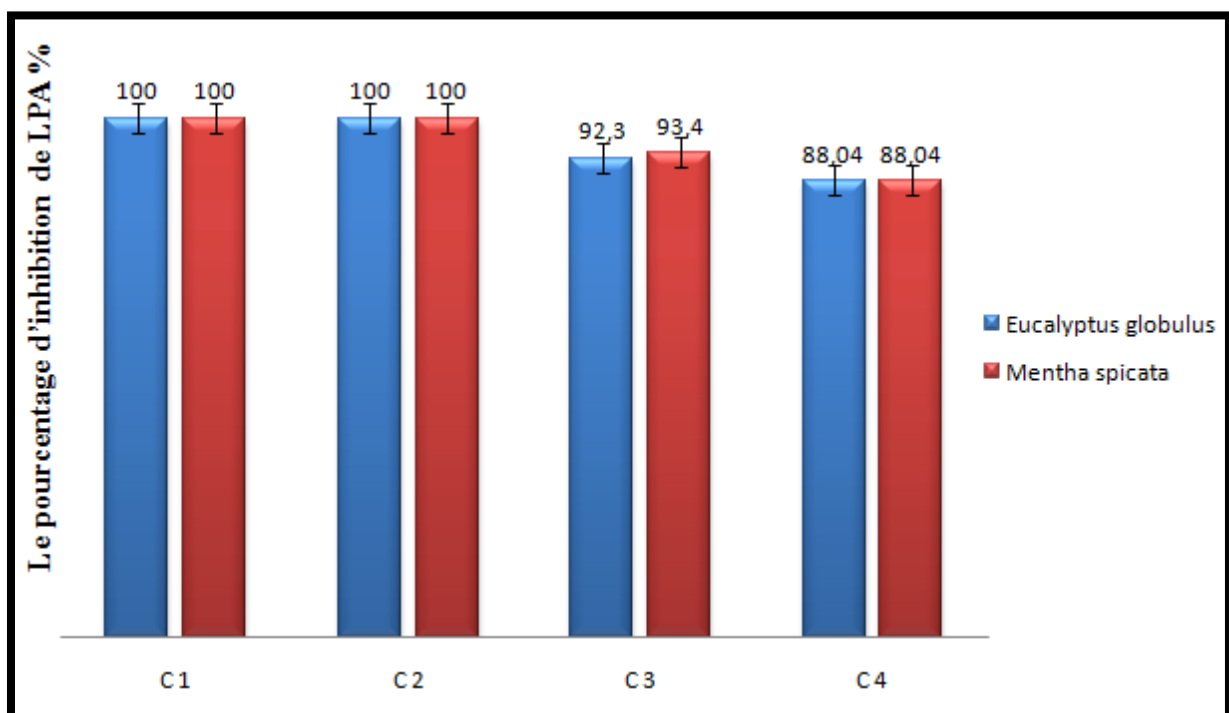


Figure 25:Le pourcentage d'inhibition de la longueur de partie aérienne (LPA) maximal rapporté pour les graines de *Hordeum vulgare L.* témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.

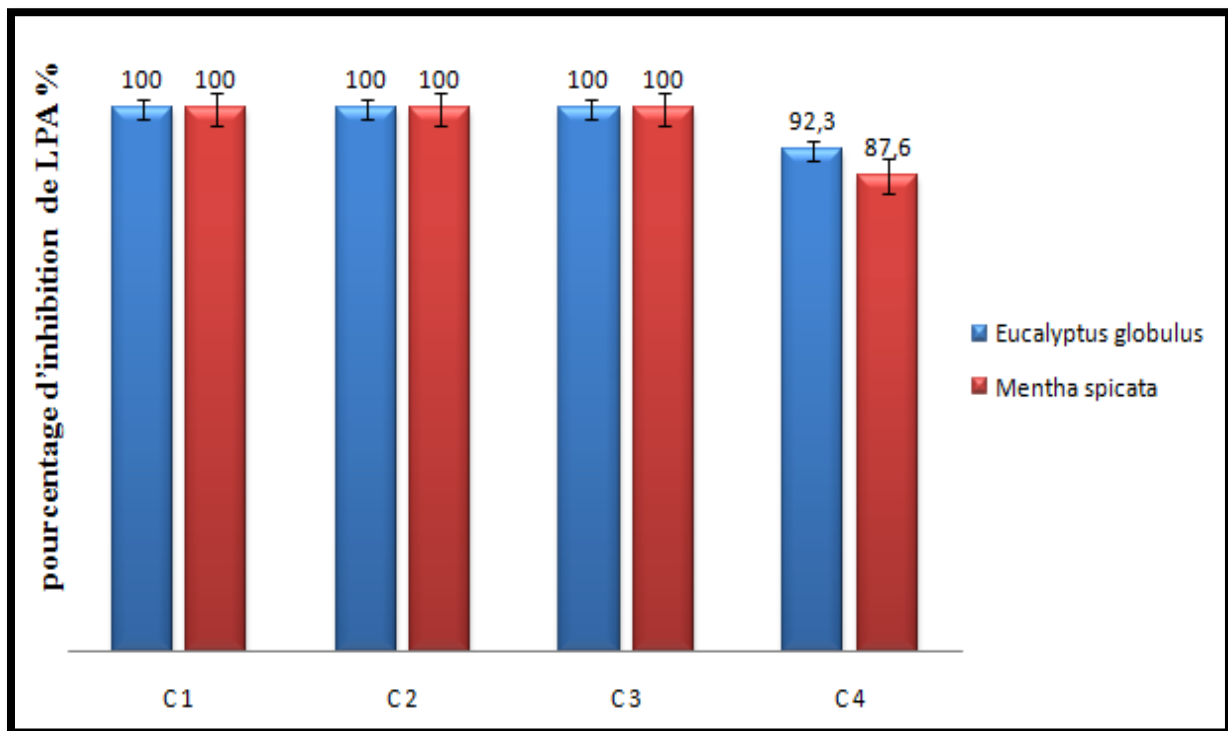


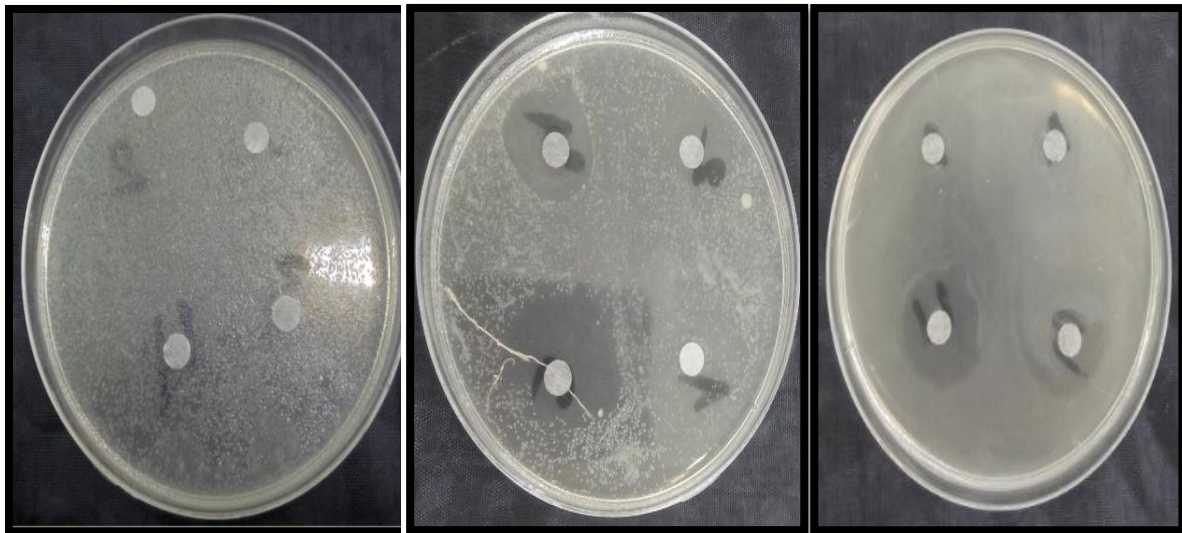
Figure 26:Le pourcentage d'inhibition de la longueur de partie aérienne (LPA) maximal rapporté pour les graines d'*Avena sterilis L.* témoins et traités par les deux l'HEs à différentes concentration.

Les HEs de deux plantes présentes une forte inhibition de la croissance de la longueur de partie aérienne (LPA) des trois espèces testées à tous les concentrations.

1-4 Activité bactérienne

Nous avons étudié le pouvoir antibactérienne des HEs d' *Eucalyptus globulus* et *Mentha spicata*. Méthode de diffusion des disques sur un milieu gélose solide (Muller Hinton).

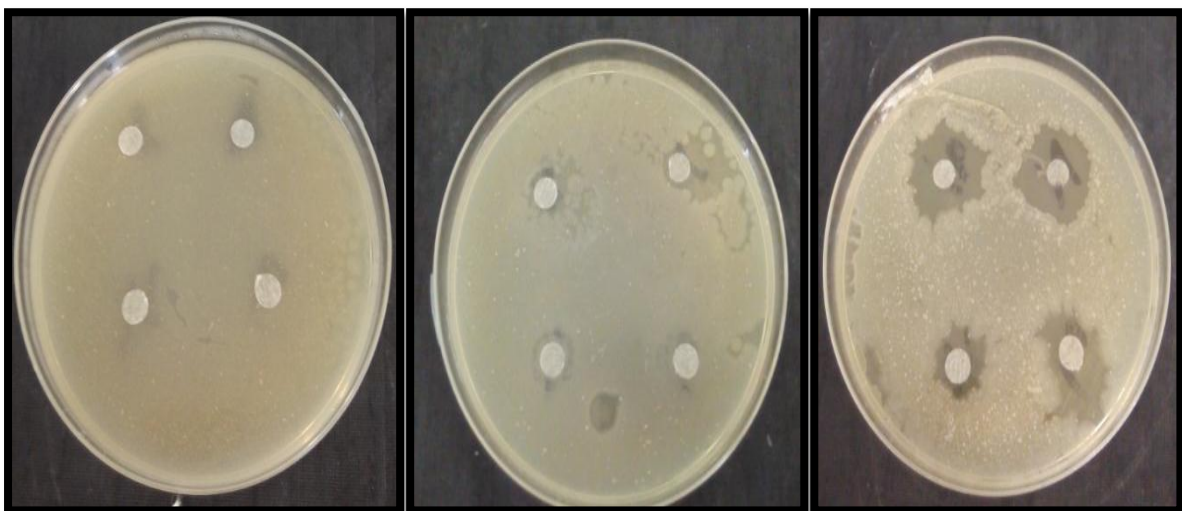
L'activité antibactérienne de nos produits est estimée en terme de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques contenant l'HE à tester vis-à-vis de deux germes pathogènes d'origine hospitalière dont un (1) bactéries Gram –et un (1) Gram + (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*) après 24 heure d'incubation à une température adéquate de 37°C pour les bactéries.



Témoins

l'HE de *M. spicata*l'HE d'*E. globulus*

Photo 14 : Effet inhibiteur de deux l'HEs sur la souche bactérienne *Escherichia coli*.



Témoins

l'HE de *M. spicata*l'HE d'*E. globulus*

Figure 15: Effet inhibiteur de deux l'HEs sur la souche bactérienne *Staphylococcus aureus*.

Tableau 5 : les résultats de zone d'inhibition de quelque Souches bactériennes par l' HE
d' *Eucalyptus globulus*.

Souches bactériennes	Zone d'inhibition (mm)
<i>Escherichia coli</i>	C 1= 24 C 2= 18 C 3= 25 C 4= 23
<i>Staphylococcus aureus</i>	C 1= 23 C 2= 19 C 3= 12 C 4= 11

Tableau 6 : les résultats de zone d'inhibition de quelque Souches bactériennes par l' HE de
Mentha spicata.

Souches bactériennes	Zone d'inhibition (mm)
<i>Escherichia coli</i>	C 1= 30 C 2= 23 C 3= 26 C 4= 21
<i>Staphylococcus aureus</i>	C 1= 20 C 2= 23 C 3= 18 C 4= 12

L'évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle des parties aériennes de *Mentha spicata* et *Eucalyptus globulus* par la méthode de diffusion sur disque est réalisée par l'incubation des boîtes de pétri à 37°C pendant 24h suivie par la mesure des diamètres des zones d'inhibition des bactéries (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*) les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle de deux espèces a exercé une activité inhibitrice vis-à-vis de toutes les bactéries testées dans notre étude.

2- Discussion

Ce travail détermine l'existence de phénomènes allélopatique en condition expérimental, il fournit la preuve que le végétal contient des composés allélochimiques dont l'action peut potentiellement s'exercer condition naturelles.

La germination d'une graine ne peut avoir lieu que si certaines conditions favorables sont réunies à savoir : l'oxygène, la température, l'eau. Par ailleurs, il est bien connu que des substances naturelles produites par des plantes, c'est le phénomène d'allélopatique.

Dans le cas l'huile essentiel d'*Eucalyptus globulus* et de *Mentha spicata*, une inhibition totale de germination de *Triticum durum L*, *Hordeum vulgare L*, et *Avena sterilis* se produit avec les concentrations C 1, C 2, C3. Et un effet inhibiteur partiel sur la germination à la concentration C 4.

L'analyse chromatographique de notre huiles a révélé un certain nombre de métabolites secondaires : sesquiterpène.....etc. L'effet inhibiteur de la germination serait du à substance.

Les différents tissus végétaux comme : tige, racine et grains et même les fleurs peuvent, libérer certaines quantités d'allélochimiques dans l'environnement (Miller, 1983 ; Chung et al, 2000).

Rice (1984) a indiqué que les effets des substances allélopathiques sur la germination ou sur la croissance des plantes cibles ne sont que les signes secondaires de modifications primaires. En fait, peu d'effets spécifiques sont attribuables à ces produits, qui ont aussi bien des actions inhibitrices que des actions stimulantes. Il est important de remarquer que les doses efficaces sont la plupart du temps très élevées et qu'on observe de fortes variations (inhibition ou stimulation) en fonction de la dose (Belaidi, 2014).

Selon (Ferguson et al, 2003), les substances allélopathiques agissent sur:

- **La division cellulaire** : la coumarine inhibe la mitose dans les racines;
- **La croissance et synthèse** : les composés phénoliques ont une action sur la régulation des hormones de croissance ;
- **La photosynthèse et respiration** : la scopolétine réduit la photosynthèse chez le tournesol et le tabac par fermeture des stomates ;
- **La perméabilité membranaire** : les composés phénoliques accroissent le flux de potassium hors des tissus racinaires ;
- **L'absorption minérale** : l'acide férulique inhibe l'absorption de potassium par les plantes (confusion avec les effets de la compétition) (Raïssac et al, 1998).

Un autre composé phénolique, la catéchine inhibe la germination et la croissance de diverses plantes (**Weir et al, 2003**).

(**Kruse et al, 2000**) ont montré que lorsque des plantes sensible sont exposés aux allélopatie, la germination s'arrête dans le stade gonflement de la gaine. Pour d'autres, la germination s'arrête au début de l'apparition de la racicule.

Les effets allélopathiques de différentes doses d'extraits des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* sur trois plantes (*Vigna unguiculata*, *Cicer arietinum*, *Cajanus cajan*), choisies comme modèle expérimentaux, ont été étudiés par (**Ahmed et al, 2008**).

Les résultats indiquent clairement l'effet d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la germination, l'élongation des pousses et des racines, le diamètre des racines et la développement des racines latérales des plantes étudiées.

Plusieurs chercheurs ont également rapporté que les espèces d'*Eucalyptus* sont riches en substances allélopathiques qui peuvent être efficaces pour supprimer tout une végétation (**Bowman et Kirkaptric, 1936 ; Igboanugo (1936, 1937) ; Lovett, 1989**).

Certaines métabolites secondaires végétales influent la germination ou la croissance des plantes par des mécanismes multiples (**Einhellig et al, 1985**). La division et l'élongation cellulaire, phases essentielles pour le développement, sont sensibles à la présence des composées allélopathique (**Muller, 1965**). Ainsi il est observé une chute dans l'index mitotique chez les graines misent en présence de cinéole (composé terpenoïde), indiquent ainsi une inhibition de la prolifération des cellules au niveau des racines. En effet, une inhibition de la synthèse d'ADN dans les noyaux du méristème apical et des racines est soupçonnée (**Koitaabashi et al, 1997**).

La synthèse des protéines et des acides nucléiques peut aussi être affectée par plusieurs composées phénoliques qui ralentissent l'incorporation des acides aminées (**Cameron Et Julian, 1980; Baziramakenga et al; 1997**). Des composées phénoliques peuvent être impliquées dans le contrôle de l'activité des hormones végétales. La suppression de la dégradation de l'acide indole acétique (AIA) par différentes phénol a ainsi été rapportée par (**Lee et al, 1982 ; Bazira makenga et al, 1997**).

D'autres travaux expliquent l'action de quelques métabolites secondaires végétales comme le benzoxazolinones comme substances inhibitrice de l'auxine de coléoptile de l'avoine (**Bais et al, 2004 ; Lesuffleur, 2007**).

Généralement. Les phénomènes de régulation de la croissance chez les végétaux supérieurs dont la germination, la croissance racinaire et caulinaire. Sont assuré par les phytohormones.

Les phytohormones, comme toutes les substances oligodynamique, n'exercent une action positive que dans une certains gamme de doses, dites doses physiologique, donc, l'orsqu'il s'agit de substance soluble dans une certaine gamme de concentrations, cette gamme varie selon les hormones mais elle est toujours très larges, avec entre les seuils d'efficacité et de la toxicité (**Heller et al 2000**).

Il est admis que les substances de croissance végétale dont les auxines sont synthétisées dans les apex caulinaires et racinaires et transporté dans l'axe de la pante. L'allongement des racines est particulièrement sensible à l'auxine (AIA) ; qui à des très faibles concentrations, provoque la croissance des racines excisées ou intactes, et à des concentrations plus élevées, ils stimulent l'allongement des tiges et en inhibant fortement la croissance des racines (**Hopkins, 2003**).

Les facteurs de l'environnement tels que la géographie, la température, la longueur du jour et les aliments.....etc. jouent un rôle principale est important dans la composition des substances allélochimiques, et affectent leur production dans la plante (**Robles et al, 1999**).

L'allélopathie sélective pourrait être d'un intérêt considérable dans le contrôle de mauvaises herbes dans les cultures. En effet les substances allélopathique pourraient remplacer les produits phytosanitaires néfastes pour l'environnement. Contrairement aux herbicides qui doivent être appliqués régulièrement et qui voient leur concentration dans le sol diminuer au cours du temps, les substances allélopathiques sont continuellement libérées dans le sol.

Les HE ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries que celles des moisissures et des levures. Leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs. Elles agissent en empêchant la multiplication des bactéries, leur sporulation et la synthèse de leurs toxines.

Le mécanisme par lequel les antimicrobiens agissent, a été bien établi, et a permis de les classer suivant leurs sites d'action :

- Certains inhibent la synthèse de la paroi bactérienne.
- D'autres altèrent la membrane cytoplasmique, provoquant des troubles du taux de perméabilité.
- Certains inhibent la synthèse des acides nucléiques.

Le mode d'action des HE dépend aussi du type de microorganismes: en général, les bactéries Gram - sont plus résistantes que les Gram + grâce à la structure de leur membrane externe. Ainsi, la membrane extérieure des Gram - est plus riche en lipo-polysaccharides et en protéines que ceux de Gram+ qui la rend plus hydrophile, ce qui empêche les terpènes hydrophobes d'y adhérer (**Daroui-mokaddem , 2012**).

Le chimiotype d'Eucalyptus globulus est composé de 1,8-cinéole (48,6%), α -pinène (9,7%) globulol (10,9 %), trans-pinocarveol (10,7 %) et α -terpineol (6,6%).

La majorité de ces composants sont des monoterpènes qui sont connus par leur célébrité d'activité antimicrobienne ; de plus les monoterpènes cycliques en raison de leurs caractères lipophiles ont de ce fait tendance à s'intégrer au niveau de la membrane cellulaire (**Grundy et al, 1985**).

Il a été rapporté aussi que les monoterpènes possèdent des effets délétères sur les membranes mitochondriales et provoquent une inhibition du métabolisme énergétique mitochondrial, ce qui entraîne des perturbations dans un large éventail des processus physiologiques et biochimiques dans la cellule (**Shama et al, 2011**).

Le globulol pourrait aussi potentialiser l'activité antimicrobienne ; en effet une étude récente rapportée par (**Mulyaningsih et al, 2010**).

L'huile essentielle d'Eucalyptus globulus est particulièrement active contre les bactéries suivantes : *Listeria monocytogenes*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus spp*, *Shigella flexneri*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella choleraesuis*, *Salmonella enteritidis*, *Proteus mirabilis*, *Enterobacter aerogenes*. En revanche, elle n'est pas active sur *Escherichia Coli* ou *Pseudomonas aeruginosa* (**Koziol, 2015**).

L'ensemble des études montre que les menthes possèdent un réel potentiel antibactérien. De fortes concentrations de carvone peuvent être utilisées pour expliquer l'usage traditionnel d'huiles essentielles de *Mentha spicata* dans le traitement de maladies bactériennes (**Pauline, 2015**).

Les terpènes ainsi que les flavonoïdes agissent sur les cellules bactériennes en induisant une rupture de la paroi et de la membrane microbienne. Le contenu cellulaire est libéré à l'extérieur en parallèle avec la mort cellulaire (**Koziol, 2015**).

Les terpènes et les phénylpropanoïdes constituent les composants actifs les plus importants des HE, dont les mono- et sesquiterpénoïdes forment la majeure partie (**Calsamiglia et al, 2007**).

De façon générale, il a été observé une diversité d'actions toxiques des HE sur les bactéries comme la perturbation de la membrane cytoplasmique, la perturbation de la

force motrice de proton, fuite d'électron et la coagulation du contenu protéique des cellules **(Davidson, 1997)**.

On peut aussi citer les observations en microscopie électronique à transmission réalisées par Franchomme qui montrent une désorganisation de l'enveloppe des cellules microbiennes sous l'effet de certaines HE riches en molécules portant le groupement phénol.

Certains composés phénoliques des HE interfèrent avec les protéines de la membrane des micro-organismes comme l'enzyme ATPase, soit par action directe sur la partie hydrophobe de la protéine, soit en interférant dans la translocation des protons dans la membrane prévenant la phosphorylation de l'ADP **(Kurita et Koike, 1982)**.

Les huiles essentielles *d'Eucalyptus globulus* et *Mentha spicata* a exercés une activité inhibitrice sur la germination des grains testés et de toutes les bactéries testées dans notre étude.

Conclusion

Conclusion

De nos jours, un grand nombre de plantes médicinales possède des propriétés biologiques très importantes qui trouvent de nombreuses applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et l'agriculture.

Cette étude a évalué la potentialité bioactive des huiles essentielles de la plante appartenant à la famille Myrtaceae (*Eucalyptus globulus*) et de la plante appartenant à la famille Lamiaceae (*Mentha spicata*).

L'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation en utilisant un dispositif d'extraction type Clevenger est réalisée, le rendement des huiles essentielles de la partie aérienne (les feuilles d'*Eucalyptus globulus* et *Mentha spicata*) mettre en évidence à l'analyse de Chromatographie Sur Couche Mince (CCM). Nous avons ensuite étudié l'action des HE de la plantes sur la germination des graines des espèces à intérêt économiques : *Triticum durum* L., *Hordeum vulgare*, et *Avena sterilis* L.

Les HE utilisés pour les tests biologiques sont appliqués à différentes concentrations soit C 1, C 2, C 3, et C4 de deux HEs. L'étude de l'action des HEs a fait ressortir leur action sur le pourcentage de germination, le pourcentage d'inhibition et leur action sur le développement et la croissance des graines (longueur des racines (LR) et longueur partie aérienne des racines (LPA)), des différences dans les pourcentages d'inhibition de la germination des graines traitées par les HEs à différentes concentrations.

En matière d'activité antimicrobienne, l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* et de *Mentha spicata* à l'aide de la technique de diffusion par disques s'est montrée inactive vis-à-vis des souches bactériennes testées ceci est dû à la nature et à la composition chimique des huiles essentielles.

Parmi les perspectives immédiates de cette étude est d'évaluer la cytotoxicité de ces huiles, et l'étude de l'activité antimicrobienne sur d'autres souches bactériennes.

Les effets allélopathiques sélectifs peuvent présenter un intérêt considérable pour le contrôle de mauvaises herbes dans les cultures. En effet, l'allélopathie pourrait remplacer les produits phytosanitaires néfastes pour l'environnement. Contrairement aux herbicides qui doivent être appliqués régulièrement et qui voient leur concentration dans le sol diminuer au cours du temps.

Une espèce au pouvoir allélopathique peut également être plantée avec la variété cultivée afin de la protéger contre les mauvaises herbes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

(1) **Abdelouahid, D., Bekhechi, C., (2014).** Les huiles essentielles. Edition office des publications universitaires (2^{ème} réimpression). P.47

(2) **Ahmed, R., Hossain, M.K., (2008).** Allelopathic effects of leaf litters of *Euclyptus camaldulensis* on some forest and agricultural crops. *Journal of Forestry Research*. 19(1): 19-24

(3) **Annie., Perrier, J., (2014).** Guide des arbres et arbustes de France. Edition sud ouest. P.169

(4) **Antonot, E., Marchal, R., (1998).** Chromatographie. Stage MAFPEN. P. 1

B

(5) **Bais, H. P., Vepachedu, S., Gilroy, R. M., Callaway., Vivanco, J. M., (2003).** Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interactions. *Science* 301: 1377-1380

(6) **Bakkali, F., (2007).** Biological effects of essential oils- A review. *Food. Chem. Toxicol* 4, 85 Bart Ex Marsh): an assessment on the response of wheat varieties under laboratory and field conditions. 4th World Congress on Allelopathy, 21-26 August 2005. Charles Sturt University. Wagga, NSW, Australia. Available at http://www.regional.org.au/au/allelopathy/2005/2/1/2449_nandal.htm [10/08/2009]

(7) **Belaidi, A., (2014).** Evaluation du potentiel biocide des extraits foliaires aqueux de *Datura stramonium* L. et *Nerium oleander* L. Thèse de master académique. Université Kasdi Merbah Ouargla. P.11- 12

(8) **Baziramakeng A., Cameron, R. R. Andjulian, G. D. (1997).** Effects of benzoic and cinnamic acid on growth, mineral composition and chlorophyll content of soybean. *Journal of Chemical Ecology* 20: 2821-2833

(9) **Benmedour, T., (2009).** Etude du pouvoir allélopathique de l'Harmel (*Peganum harmala* L.), le laurier rose (*Nerium oleander* L.), et l'ailante (*Ailanthus altissima*) sur la germination de quelques mauvaises herbes des céréales. Thèse de magister. P.3

- (10) **Beloued, A., (2009).** Plantes médicinales d'Algérie (5^{ème} édition). Alger. P.
- (11) **Bertin, C., Yang Xet esWton,IA., (2003).** The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant soil.* 256 : 67
- (12) **Beyler-Maurel, F., (1976).** Activité bactériostatique des certaines matières premières de parfumerie. *Rivista Italiana EPPOS.* P. 283-286
- (13) **Bowman, D.M.J.S., Kirkaptric, J.B., (1986).** Establishment, suppression and growth of *Eucalyptus delegantensis* R.T.Baker in mutiaged forests. III. Intraspecific allelopatht, competition between adult and juvenile for moisture and nutrients, and frost damage to seedling. *Aust J Bot.* 34: 81-94
- (14) **Boyle, W., (1955).** Am. Perfumer Essent. Oil Rev. 66 : 25-28
- (15) **Burt, S., (2004).** Essential oil : their antibacterial properties and potential application in foods a review. *International Journal of Food Microbiology* 94. P. 223-253

C

- (16) **Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P.V., Castillejos, L., Ferret, A., (2007).** Essential Oils as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation. *J. of Dairy Science* 90: 2580-2595
- (17) **Castellana, R., Jama , S., (2012).** Floriculture et parfumerie: les origines de l'acclimatation végétale sur la cote d'azur. P.7
- (18) **CHADDA, D.,(2008).** Influence des matières organiques (feuilles, châtons et racines) du noyer (*Juglansregia* L.) sur le comportement de jeunes plants de pommier (*Malus domestica* Borkh) dans la région de R'haouat (Hidoussa) (Belezma). Thèse magister. Univ Batna. P. 08-28
- (19) **Chibani, S., (2012).** Etude photochimique et biologique de six plantes médicinales de l'est Algérien. Thèse de doctorat en Sciences. Université Constantine. P.38
- (20) **Chung, I.M., Seigler , D., Miller, D.A., Kyung, S.H., (2000).** Autotoxic compounds froum fresh alfalfa leaf extracts: identification and biological activity. *J. Chem. Ecol,* 26: 315-327

D

- (21) **Daroui-mokaddem., (2012).** Etude phytochimique et biologique des espèces *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Smyrniolum olusatrum* (Apiaceae), *Asteriscus maritimus* et *Chrysanthemum trifurcatum* (Asteraceae). Thèse de doctorat . Université badji mokhtar annaba. P. 17
- (22) **Davidson, P. M., (1997).** Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. In: M.P. Doyle, L. R. Beuchat and T. J. Montville (eds.) Food Microbiol. 520- 556. ASM, Washington.
- (23) **De boucheberg, M.S., Allegrini, J., Bessvere, C., Ahisso, M., Passet, J., (1976).** Propriétés microbiologiques des huiles essentielles de chimiotype de *thymus vulgaris*. Rivista Italiana EPPOS. P.527-536
- (24) **Delabays, N., Mermillod,G., (2004).** Phénomène d'allélopathie premières observations au champ. Revue Suisse Agric.n°34. p. 213-237
- (25) **Douay, S., (2008).** Systématique des Angiospermes. Faculté libre des sciences et technologies. P. 2- 3

E

- (26) **EL HAIB, A., (2011).** Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques thèse de doctorat en Chimie organique et catalyse. Université Toulouse III. Paul Sabatier. P. 9- 12
- (27) **Einhellig,F.A.,(1985).** Mechanisms and modes of action of allelochemicals. In The Science of Allelopathy. (Eds.): A.P. Putnam and C. Teng. John Wiley and Sons Publishers. p. 170-188

F

- (28) **FAO., (1982).** Les Eucalyptus dans les reboisements. Collection FAO: Forêts, p. 11-753
- (29) **FESTY, D., (2014).** Ma bible des huiles essentielles. Éditions Quotidien Malin. P. 15
- (30) **Fournier, P., (1999).** Le livre des plantes médicinales et vénéneuses de France. Tome III menthe à zacinthe. P.11
- (31) **Franchomme, P., Jollois, R., Pénéol, D., (2001).** L'aromathérapie exactement

Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Édition Roger Jollois.

G

(32) **Géraldine C., (2013).** Myrtacées et aromathérapie. Thèse de doctorat en pharmacie. Université Joseph Fourier faculté de pharmacie. P. 42- 48

(33) **Giraud, M., (2016).** Huiles essentielles et cancer approche thérapeutique innovante et naturelle. Éditions Quintessence. P. 25

(34) **Grosmond, G., (2007).** Huiles essentielles utiles ou dangereuses ? Familières ou inconnues ? Légale ou non. Aliter AGRI n°84. P. 21

(35) **Grundy, DL., et Stille, CC., (1985).** Inhibition of acetylcholine esterases by pulegone-1,2epoxide. Pesticide Biochem. and physiol. 23:383-388

(36) **Guignard, J. L., Dupont, F., (2007).** Botanique Systématique moléculaire. Édition Elsevier Masson (14^{ème} édition). P. 221

H

(37) **Heller, R., Esnault, R., Claude, L., (2000).** Physiologie végétale. Dunod, Paris.

Hopkins, (2003). Physiologie végétale. Edition Boeck. Bruxelles. P. 139-280

J

(38) **Judd, S., Campbell, S., Kelloga, A., Stevens, P. (1999).** Botanique systématique. Edition de Boeck. Paris. P.323

K

(39) **Kalemba, D ., Kunika, A., (2003).** Curr. Med. Chem.10: 813-829

(40) **Koitababashi, R., Suzuki, T., Sakai, A., (1997).** 1,8-cineole inhibits root growth and synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* L.J Plant.Res. 110: 1-6

(41) **Koziol, (2015).** Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus radiata* et de *Corymbia citriodora* : qualité, efficacité et toxicité. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Lorraine. P.55

(42) Kruse, M., Strandberg, M., Strandberg, B., (2000). Ecological effects of allelopathic plants : Review. NERT Technical Report No. 315. National Environmental Research Institute. Silkeborg. Denmark. P. 66

(43) Kurita, N., Koike, S., (1982). Synergetic antimicrobial effect of sodium chloride and essential oils components. Agric. Bil. Chem. 46: 159-165

L

(44) Lovette, J.V., (1989). Defensive stratagems of plants, with special reference to allélopathie, Papers Proc R Soc Tasmania.119. 31.

(45) Lucchesi, M.E., (2005). Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat en Sciences. Université de la Réunion.

M

(46) Malcolm, P. J., Holford, P., McGlasson, W. B., Newman, S., (2003). Temperature and seed weight affect the germination of peach rootstock seeds and the growth of rootstock seedlings. Scientia Horticulturae 98(3): 247-256

(47) Mulyaningsih, S., Frank, S., Zimmermann, S., Michael, W., (2010). Synergistic properties of the terpenoids aromadendrene and 1,8-cineole from the essential oil of *Eucalyptus globulus* against antibiotic-susceptible and antibiotic-resistant pathogens. Phytomedicine.17(13):1061-1066

(48) Marcel, g., (1873). L'Eucalyptus globulus. La Nature - Revue des sciences. N° 1 à 26. p. 408 - 409

(49) Marouf, A., Reynaud, J., (2010). La botanique A à Z. édition DUNOD : Paris. 11-151

(50) Martin, P., (2013). Les Familles des Plantes à fleurs d'Europe , Botanique systématique et utilitaire . 2ème édition. P.65

(51) Morigane, (2007). Grimoire des Plantes. Édition Histoire Ebook . P. 71- 115

(52) Masso., (2007). L'aromathérapie et les huiles essentielles précaution d'emploi. P. 33

(53) Miler, D.A., (1983). Allelopathic effects of alfalfa. J. Chem. Ecol. 9, 1059-1072

(54) **Muller, C.H.,(1965).** Inhibitory terpenes volatilized from *Salvia shrubs*. Bulletin of the Torrey Botanical Club 92: 38-45

P

(55) **Pauline, C.L ., (2015).** *Mentha spicata* : Description et utilisation en thérapeutique et en agriculture comme antigerminative sur la pomme de terre. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Picardie Jules Verne . P.41

Q

(56) **Quezel, P., Santa, S., (1963).** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS (Ed.). Paris. Tomes. 2.

R

(57) **Raïssac, M., Marnotte, P., Alphonse , S., (1998).** Interactions entre plantes de couverture, mauvaises herbes et cultures : quelle est l'importance de l'allélopathie. Agriculture et développement n° 17

(58) **Robles, C., Bonin, G., Garzino, S. (1999).** Potentialités autotoxiques et allélopathiques de *Cistus albidus* L. C.R Acad. Sci. Life Sciences. 322 :677-685

(59) **Roux, D., (2008).** Conseil en aromathérapie. 2ème édition, Pro-Officina

S

(60) **Shama, H., Mohamed, R., Zakaria, H., Badr, S., Mohamed, GH., Mustapha, E.L.A., (2011).** Évaluation du potentiel antifongique des huiles essentielles de *Mentha Pulegium* et d'*Eucalyptus camaldulensis* dans la lutte biologique contre les champignons responsables de la détérioration des pommes en conservation. Bull. Soc. Royale des Sci.- Liège. Vol. 80: 824- 836

(61) **Sarda, N., (2012).** Quelques pathologies hivernales. Préparatrice en pharmacie. P.4

(62) **Spichiger, R., Jeanmonod, D., (2004).** Botanique systématique des plantes à fleurs (3^{ème} édition). Paris.P.288-328

T

(63) **Toninolli, F., (2013).** Huiles essentielles L'encyclopédie. Edition JUDENA, P .168.

(64) **Tukey, H. B., (1970).** The leaching of substances from plants. *annu rev plant physiologic.* 21: 305-58

W

(65) Warot, S., (2006). Les Eucalyptus utilisés en Aromathérapie Préparatrice en pharmacie
Mémoire de fin de formation en Phyto-aromathérapie. P. 03

Z

(66) Zhiri, A., Baudoux, D., (2016). Huiles essentielles chémotypées et leurs synergies.
Edition Inspir Development. P.21

Annexe

Annexe

Annexe : 01 Suivre et notation la germination des grains testées témoins et traités par l'HE d'*Eucalyptus globulus*

	Nombres des grains germés	témoins			C 1			C 2			C 3			C 4		
Blé	Jeudi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lundi	4	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Mardi	7	8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2
	Mercredi	8	10	10	0	0	0	0	0	0	2	1	1	4	3	5
	jeudi	10	10	10	0	0	0	0	0	0	2	1	1	6	6	6
L'orge	Jeudi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Lundi	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3
	Mardi	10	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	3
	Mercredi	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	4
	Jeudi	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	5
L'avoine	jeudi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	lundi	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mardi	4	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	mercredi	7	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
	Jeudi	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3

Annexe : 02 Suivre et notation la germination des grains testées témoins et traités par l'HE de *Mentha spicata*

	Nombres des grains germés	témoins			C 1			C 2			C 3			C 4		
Blé	Jeudi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lundi	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Mardi	4	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	3
	Mercredi	5	7	7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	6	4
	Jeudi	10		10	10	0	0	0	0	0	0	1	1	5	6	4
L'orge	Jeudi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lundi	2	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mardi	2	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Mercredi	9	8	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	4	3
	Jeudi	10	10	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	4	5
L'avoine	Jeudi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lundi	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mardi	2	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Mercredi	3	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2
	Jeudi	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet allélopathique des huiles essentielles des plantes médicinales *Eucalyptus globulus* et la plante *Mentha spicata* sur la germination de quelques espèces d'intérêt économiques : une variété de blé dur (*Triticum durum L.*), l'orge (*Hordeum vulgare L.*), et l'avoine (*Avena sterilis L.*). Les résultats ont montré que les HEs d'*Eucalyptus globulus* et *Mentha spicata* ont un effet inhibiteur sur la germination de la coléoptile et de radicule des espèces testé pour les différentes concentrations (C 1, C 2, C 3, et C 4) étudiées. Les tests d'activités antibactériennes sur souches bactériennes montrent que les HEs possèdent une forte activité antibactérienne. La chromatographie par CCM des HEs à savoir des déférentes composées. Ces substances pourraient être responsables de l'activité biologique observée.

Mots clés : Allélopathie, Activités antibactérienne, Huile essentielle, *Eucalyptus globulus*, *Mentha spicata*.

Abstract

The objective of this work is to study the allelopathic effect of essential oils of medicinal plants *Eucalyptus globulus* and the plant *Mentha spicata* on the germination of some species of economic interest: a variety of durum wheat (*Triticum durum L.*), barley (*Hordeum vulgare L.*), and oats (*Avena sterilis L.*). The results showed that *Eucalyptus globulus* *Mentha spicata* HEs had an inhibitory effect on the germination of the coleoptile and the radical of the species tested for the different concentrations (C 1, C 2, C 3, and C 4) studied. Tests of antibacterial activities on bacterial strains show that HEs have a high antibacterial activity. The chromatography of the HEs that is the composite deferent's. These substances could be responsible for the observed biological activity.

Key words: Allélopathic, Antibacterial activities, Essential oil, *Eucalyptus globulus*, *Mentha spicata*.

المخلص

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير الفعالية الاليلوباتية للزيوت الأساسية من النباتات الطبية الأوكالبتوس والنعناع على أنتاش بعض الأنواع ذات الأهمية الاقتصادية: نوع من القمح (*Triticum durum L.*)

الشعير (*Hordeum vulgare L.*)، الخرطال (*Avena sterilis L.*) أظهرت النتائج أن الزيوت الأساسية لها تأثير مثبط على أنتاش و نمو السويقة و الجذير من الأنواع التي اختبرت في تراكيز مختلفة (ت1، ت2، ت3، ت4). البحث اثبت أن الزيوت لها فعالية بيولوجية علي السلالتين المدروسة. كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة للزيت بينت احتواءه على مجموعة من المركبات. هذه المواد تكون مسؤولة عن النشاط البيولوجي الملاحظ.

الكلمات المفتاحية : أنتاش، الزيوت الأساسية، الفعالية الاليلوباتية، الأوكالبتوس، النعناع الأخضر.