

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV
Filière Sciences Biologiques

Option : Biodiversité et Physiologie Végétale

Thème

*Étude de l'effet des biostimulants naturels sur la germination des graines de Radis (*Raphanus sativus* vr. *radicicula*)*

Présenté par :

Date de soutenance : 19 juin 2022

*Aissa Hadjer

*Bencheloui Halima

Devant le jury :

Mr ROUIBI F.

Pr/USDB1

President

Mme AMEDJKOUH H.

MAA/USDB1

Examinatrice

Mme METIDJI H.

MCB/USDB

Promotrice

Année universitaire 2021-2022

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la chance d'étudier et de suivre Le chemin de la science.

Nous tenons à remercier notre promotrice **Mme. METIDJI H.** MCB à l'Université Blida 1 pour avoir accepté de Diriger ce travail, pour leur très grande patience, encouragements, Orientations et leurs conseils très précieux durant la réalisation de ce travail.

Je remercie les membres de jury d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail, je vous en Suis très reconnaissante et en espérant être à la hauteur de votre confiance.

Mes sincères remerciements à **Mr Rouibi F.** pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de mon soutenance.

Je remercie également **Mme AMEDJKOUH H.** pour l'honneur qu'il m'a réservé d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Enfin, j'associe à ces remerciements toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicace

A mes très chers parents, aucune dédicace ne saurait témoigner de mon Affection et de ma reconnaissance éternelle pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessé de consentir pour mon éducation, mes études et mon bien être

Mes chères sœurs Khadidja, Zola et Sameh, pour leurs amours et leurs dispositions, à qui je souhaite une longue et belle vie.

Mon binôme Halima

Hadjer



Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :

A mon très cher père, pour ses encouragements, son soutien, surtout pour son amour et son sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études.

A mes très chères deux mères, qui me donnent toujours l'espoir de vivre et qui n'ont jamais cessé de prier pour moi.

A mes chères sœurs Hassiba, Soulef, Sabrina, Soumia, Malika et Samia, pour leurs amours et leurs dispositions, à qui je souhaite une longue et belle vie pour eux, leurs maris et leurs enfants

A mes chers frères Abd el-Razzak, Zakaria et Mohamed

A mon fiancé Redouane

A mon binôme Hadjer

Halima

Résumé :

Cette étude vise à tester l'effet des huiles essentielles de *Mentha spicata* L. et *Eucalyptus globulus* sur la croissance des graines de Radis. Les résultats obtenus montrent que les analyses de caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques des deux huiles essentielles oscillent dans des intervalles comparables aux normes d'AFNOR. Le meilleur taux de germination est enregistré dans les graines traitées par 1 mg/ml l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*. La longueur la plus élevée de racines et tiges (5 cm et 4.5 cm respectivement) est enregistrée dans les plantules germées sous une concentration de 0.5 mg/ml de l'huile essentielle *Mentha spicata* L. Les quantités de chlorophylle a, b et de caroténoïdes ont indiqué que le meilleur solvant pour obtenir des concentrations élevées de chlorophylle a et b était l'acétone. Cependant, le méthanol est plus riche en caroténoïdes.

Mots clés : biostimulant, huile essentielle, graines de Radis, germination, *Mentha spicata*L., *Eucalyptus globulus*.

Abstract:

This study aims to test the effect of essential oils of *Mentha spicata* L. and *Eucalyptus globulus* on the growth of Radish seeds. The results obtained show that the analyzes of the organoleptic and physico-chemical characteristics of the two essential oils oscillate in intervals comparable to AFNOR standards. The best germination rate is recorded in seeds treated with 1 mg/ml essential oil of *Eucalyptus globulus*. The highest length of roots and stems (5 cm and 4.5 cm respectively) is recorded in the germinated seedlings under a concentration of 0.5 mg/ml of the essential oil *Mentha spicata* L. The amounts of chlorophyll a, b and carotenoids reported that the best solvent for obtaining high concentrations of chlorophyll a and b was acetone. However, methanol is richer in carotenoids.

Keywords: biostimulant, essential oil, Radish seeds, germination, *Mentha spicata*L., *Eucalyptus globulus*.

المخلص

أن عليها الحصول تم التي النتائج أظهرت. الفجل بذور نمو على والكافور البري النعناع لنبات العطرية الزيوت تأثير اختبار إلى الدراسة هذه تهدف في إنبات معدل أفضل تسجيل تم. *AFNOR* لمعايير مماثلة فترات على تتأرجح الأساسيين للزيتين الكيميائية والفيزيائية الحسية الخصائص تحليلات الشتلات في (التوالي على سم 4.5 و سم 5) والسيقان للجزور طول أعلى تسجيل تم. الكافور من العطري الزيت من مل / مجم 1 ب المعالجة البذور للحصول المذيب الأفضل أن والكاروتينات ب ، أ الكلوروفيل كميات ذكرت وقد *Mentha spicata L.* العطري الزيت من مل / مجم 0.5 بتركيز النابتة الكاروتينات في ثراء أكثر الميثانول فإن ، ذلك ومع. الأستون كان ب و أ الكلوروفيل من عالية تركيزات على الكلمات المفتاحية محفز حيوي, زيت عطري,بذور الفجل,انبات,النعناع البري,الكافور.

Table de matière

Introduction	1
---------------------------	----------

Partie 1 : synthèse bibliographique

Chapitre I : Les biostimulants

1. Définition	4
2. Types de biostimulants	5
3. Modes d'actions des biostimulants	5
4. Mode d'utilisation des biostimulants	8

Chapitre II : Huiles essentielles

1. Définition	11
2. Répartition, localisation et fonction	11
3. Propriétés physiques des huiles essentielles	12
4. Composition chimique.....	13
5. Facteurs de variabilité des huiles essentielles.....	14
6. Toxicité des huiles essentielles.....	15
7. procédés d'extraction des huiles essentielles	15
8. Utilisation des huiles essentielles	20

Chapitre III : Description des espèces étudiées

1. <i>Mentha spicata l.</i>.....	25
1.1. Description botanique	25
1.2. Systématique	26
1.3. Composition biochimique	26
1.4. Huile essentielle de la <i>mentha spicata l</i>	27

2. <i>Eucalyptus globulus</i>	28
2.1. Description botanique	28
2.2. Systématique	28
2.3. Principaux composants chimiques d' <i>eucalyptus</i>	29
2.4. Composition chimique d'huile essentielle d' <i>eucalyptus</i>	30
2.5. Propriétés d'huile essentielle d' <i>eucalyptus globulus</i>	30
2.6. Utilisation d'huile essentielle d' <i>eucalyptus globulus</i>	30

Partie II : partie expérimental

Chapitre I : Matériels et Méthodes

1. Matériel	32
1.1. Matériel biologique	32
1.2. Matériel non biologique	33
2. Méthodes	33
2.1. Extraction des huiles essentielles	33
2.2. Détermination des propriétés organoleptiques des huiles essentielles	34
2.3. détermination des propriétés physico-chimiques	34
2.4. Germination des graines de Radis	35
2.5. Test de croissance.....	36
2.6. Teneur en chlorophylles	38

Chapitre II : Résultats et Discussion

1. Caractéristiques organoleptiques et étude physico-chimique des huiles essentielles	41
1.1. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles	41
1.2. Caractéristiques physico-chimique des huiles essentielles	42
2. Étude de l'effet des huiles essentielles.....	44

2.1. Taux de germination	44
2.2. Étude de la croissance	45
2.3. Teneur en chlorophylles	51
3. Discussion	54
Conclusion.....	58
Références bibliographiques	60
Annexes	

Liste des figures

Figure	Titre	page
1	Modes d'action des biostimulateurs et leurs corrélations	6
2	Menthe verte : <i>Mentha spicata</i> L	15
3	<i>Eucalyptus globules</i>	19
4	Graines de Radis	22
5	Flacons des huiles essentielles	23
6	Stérilisation des graines de Radis par l'agitateur	26
7	Boîtes de Pétri contenant des graines de Radis	28
8	Protocole du dosage de chlorophylle	29
9	Variation de taux germination de deux huiles essentielles comparais avec le témoin	36
10	Variation montrant l'effet de l'huile essentielle d'eucalyptus sur la longueur des racines des graines de Radis germées	37
11	Variation montrant l'effet de l'huile essentielle de la menthe sur la longueur des racines des graines de Radis germées	38
12	Variation montrant l'effet de l'huile essentielle d'eucalyptus sur la longueur des tiges des graines de Radis germées	39
13	Variation montrant l'effet de l'huile essentielle de la menthe sur la longueur des tiges des graines de Radis germées	40
14	Méthode de mesure la longueur des tiges et des racines durant 10 jours	41
15	Teneur des chlorophylles a, b et caroténoïde traitées par le méthanol	42
16	Teneur des chlorophylles a, b et caroténoïde traitées par l'acétone	43
17	Teneur des chlorophylles a, b et caroténoïde traitées par le diethylethèr	44
18	Les 3 solvants utilisées ; méthanol,acétone et diethylethèr	Annexe
19	Stérilisation par l'autoclave	Annexe
20	Les 3 concentrations différentes d'huiles essentielles	Annexe
21	Taux de germination du témoin	Annexe
22	Taux de germination de l'huile de la menthe	Annexe
23	Taux de germination de l'huile d'eucalyptus	Annexe

Liste des tableaux :

Tableau	Titre	page
1	Composition biochimique de <i>Mentha spicata</i> L. Algérienne	16
2	Classification d' <i>Eucalyptus globulus</i>	18
3	Caractéristique organoleptiques des huiles essentielles de <i>Mentha spicata</i> et <i>Eucalyptus globulus</i>	32
4	Ph des huiles essentielles de <i>Mentha spicata</i> et <i>Eucalyptus globulus</i>	33
5	Densité des huiles essentielles de <i>Mentha spicata</i> et <i>Eucalyptus globulus</i>	33
6	Indice de réfraction des huiles essentielles de <i>Mentha spicata</i> et <i>Eucalyptus globulus</i>	34
7	Indice d'acide des huiles essentielles de <i>Mentha spicata</i> et <i>Eucalyptus globulus</i>	34
8	taux de germination des graines de Radis durant 10 jours	Annexe
9	La longueur des tiges pour 3 ^{ème} , 5 ^{ème} , 7 ^{ème} et 10 ^{ème} jour dutémoin	Annexe
10	La longueur des racines pour 3 ^{ème} , 5 ^{ème} , 7 ^{ème} et 10 ^{ème} jour dutémoin	Annexe
11	La longueur des tiges pour 3 ^{ème} , 5 ^{ème} , 7 ^{ème} et 10 ^{ème} jour dul'huile essentielle de la <i>Mentha spicata</i>	Annexe
12	La longueur des racines pour 3 ^{ème} , 5 ^{ème} , 7 ^{ème} et 10 ^{ème} jour dul'huile essentielle de la <i>Mentha spicata</i>	Annexe
13	La longueur des tiges pour 3 ^{ème} , 5 ^{ème} , 7 ^{ème} et 10 ^{ème} jour du l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i>	Annexe
14	La longueur des racines pour 3 ^{ème} , 5 ^{ème} , 7 ^{ème} et 10 ^{ème} jour du l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i>	Annexe

Introduction

Introduction

Une gamme très large des substances d'origine végétal visant à améliorer le fonctionnement du sol, de la plante ou les interactions entre sol et plante dites Biostimulants. Les biostimulants sont connus par leurs effets sur la synthèse de métabolites importants qui ont pour fonction d'approuver les processus naturels pour accroître l'absorption et l'efficacité des nutriments, la tolérance aux stress abiotiques et la qualité des récoltes lorsqu'ils sont appliqués aux plantes ou à la rhizosphère (racines). Parmi les produits naturels ce trouve les huiles essentielles. **(Faessel et Tostivint, 2016)**.

Les huiles essentielles représentent un groupe très intéressant de ces métabolites qui sont dotés de propriétés biologiques les rendant intéressants comme produits naturels utilisés dans des différentes. Ce sont des composés volatils naturels qui confèrent aux plantes et, notamment, aux herbes et aux épices, leurs essences **(El- Lakany et al., 1997)**.

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques y pousse spontanément **(Benkiki, 2006)** et l'intérêt porté à ces plantes n'a pas cessé de croître au cours des dernières années.

Dans ce contexte et en raison de la sensibilisation du public aux nombreux problèmes environnementaux et de santé liés à l'utilisation massive des produits chimiques de protection des plantes a poussé ; les agriculteurs d'aujourd'hui à se tourner vers une agriculture respectueuse de l'environnement. Dans notre travail de recherche, qui a pour objectif pour objectifs la recherche des biostimulants d'origine naturel à base des huiles essentielles de la menthe et d'eucalyptus et d'étudier leurs effets sur la germination des graines de Radis en termes de croissance, de composants et physiologie.

Notre document est constitué d'une introduction générale et une partie bibliographique avec deux chapitres qui détaillent des généralités sur les biostimulants et les huiles essentielles. Quant à la partie expérimentale, composée de deux chapitres, elle comporte le matériel et les méthodes employés dans cette étude, les résultats obtenus, les discussions et une conclusion générale.

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 1: Les biostimulants

1. Définition

Dans la littérature scientifique, le mot biostimulant a été défini pour la première fois par **Kauffman et al., 2007** comme suivant : « *les biostimulants sont des matériaux, autres que les engrais, qui favorisent la croissance des plantes lorsqu'ils sont appliqués en petites quantités* ». Les industries européennes producteurs de biostimulants ont créé, en **2011**, une association « European Biostimulat Industry Council » (EBIC) pour promouvoir l'industrie des biostimulants au service d'une agriculture durable. **EBIC** définit les biostimulants végétaux comme « contenant des substances et/ou des micro-organismes dont la fonction lorsqu'ils sont appliqués aux plantes ou rhizosphère est de stimuler les processus naturels pour améliorer/bénéficier de l'absorption des nutriments, de l'efficacité des nutriments, de la tolérance au stress abiotique et de la qualité des cultures.

Le mot biostimulant est de plus en plus utilisé par la littérature scientifique au cours des années suivantes, élargissant la gamme des substances et des modes d'actions (**Calvo et al., 2014**).

Yakhin et al., 2017 ont proposé la nouvelle définition suivante : « Un Biostimulant est un produit d'origine biologique qui améliore la productivité des plantes consécutive à des propriétés émergentes provoquées par les complexes de constituants, et non comme seule conséquence de la présence de nutriments essentiels, de régulateurs de croissance des plantes ou de composés protecteurs des plantes, connus ».

2. Types de biostimulants

Les auteurs classent les biostimulants en fonction de divers critères tels que l'origine et la nature des ressources utilisées pour leur fabrication, leur fonction, leur utilisation ou type d'effets observés. On retrouve une classification allant de 9 groupes de matières premières décrits par **Ikrina et al., 2004** à 5 groupes décrits par **Torre et al., 2016** qui sont pour ce dernier : les substances humiques, les extraits d'algues, les hydrolysats de protéines et acides aminés, les sels inorganiques et les micro-organismes (bactéries et champignons bénéfiques).

Selon les travaux de **Yakhin et al., 2017**, on retrouve par exemple les substances humiques décrites comme des amendements de sols pour la santé des plantes, tandis que les PGPRs (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) sont classés comme des biofertilisants, phytostimulants et biopesticides.

Du Jardin et al., 2015 considèrent les biofertilisants comme une sous-catégorie de biostimulants. Les extraits d'algues et les micro-organismes sont considérés par d'autres auteurs comme des biofertilisants.

Les Biostimulants peuvent être :(**Wikiagri, 2018**).

- Des biostimulants organiques (extraits d'algues, les substances humiques et fulviques, extraits de plantes, les levures, les acides aminés...)
- Des biostimulants microbiens (champignon mycorhize, les bactéries comme l'azospirillum, bacillus, le rhizobium...)
- Des biostimulants inorganiques (le silicium élément chimique présent dans le sol, les oligoéléments...) Ils peuvent s'utiliser seuls ou en apport au sol ou par pulvérisation sur les plantes et enfin être disposés en enrobage de semences.

3. Modes d'actions des biostimulants

D'après les travaux bibliographiques recensés par **Yakhin et al., 2017** et **Faessel et al., 2014**, les principaux modes d'actions des biostimulants se déclinent de la manière suivante :

1 - la stimulation de la germination, de la croissance racinaire, de la mise en place et de la croissance des plantes, de la photosynthèse, de l'absorption des nutriments du sol (Azote, Phosphore...), de la résistance au stress biotique, du métabolisme de N et P du sol, de l'activité microbienne des sols.

2 - la réduction ou l'amélioration des effets négatifs des facteurs de stress abiotiques (sécheresse, chaleur, froid, salinité, oxydation, stress mécaniques ou chimiques).

Les mécanismes impliqués dans la mise en place d'une résistance induite porteraient sur 5 étapes clés que sont (Faessel et al., 2014):

1- la reconnaissance des principes actifs sur des récepteurs spécifiques permettant la pénétration des molécules actives dans les cellules et tissus ;

2- la translocation et la transformation dans les plantes ;

3- l'expression de gènes de défense, de signaux et de régulation du statut hormonal permettant une résistance locale induite;

4- l'activation du processus métabolique,

5- la transmission de signaux et l'intégration de la résistance induite à la plante entière.(
figure 1)

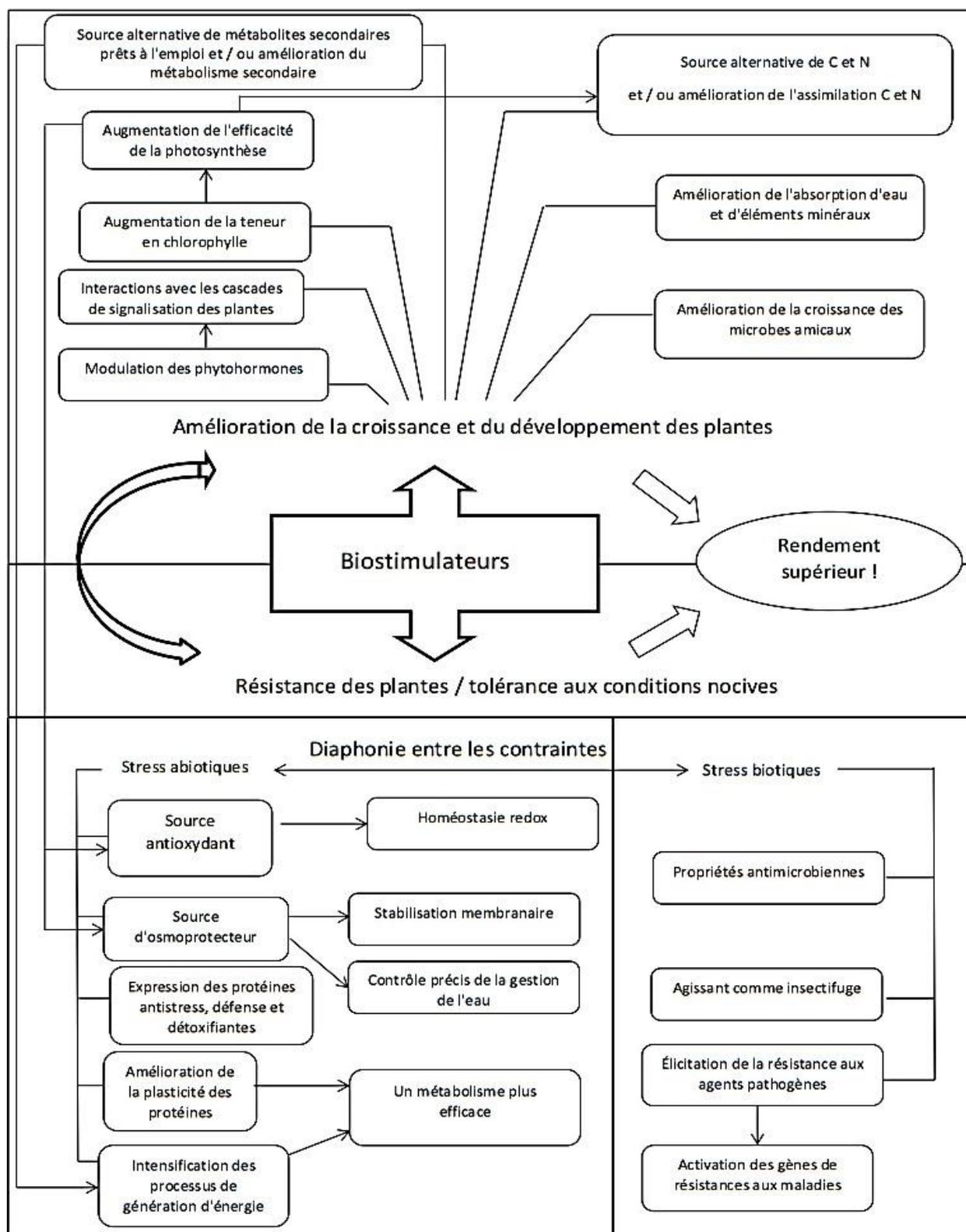


Figure 1 : Modes d'action des biostimulateurs et leurs corrélations (Posmyk et Katarzyna, 2016)

4. Mode d'utilisation des biostimulants

Les phytostimulateurs sont généralement utilisés comme compléments d'irrigation ou en substance avec des engrais dans les racines et également avec des engrais foliaires ou des pulvérisations de protection. Ils pourraient également être ajoutés au milieu en culture hydroponique (**Posmyk et Szafranska, 2016**).

Le moment de l'application du biostimulateur est très important, ils doivent être utilisés aux stades de développement des plantes cruciaux pour la qualité et la quantité du rendement potentiel, par exemple, pendant la germination des jeunes plants, la floraison et la nouaison (méthode préventive)

Les biostimulateurs sont également recommandés comme méthode d'intervention à utiliser en cas de stress, par exemple, gel noir, sécheresse, grêle, vent fort et contamination chimique par des herbicides ou des pesticides.

Ils peuvent être appliqués avant le stress attendu, dans des conditions défavorables et également après le stress pour une meilleure récupération des plantes (**Posmyk et Szafranska, 2016**).

La qualité du matériel semencier est un critère primaire et fondamental pour déterminer de bons rendements. Ainsi, des méthodes efficaces ont été trouvées pour améliorer le matériel de semis en appliquant des biostimulateurs aux semences. (**Posmyk et Janas, 2007; Posmyk et al., 2008, 2009**)

Généralement, les traitements de semis pré-semis permettent de lutter efficacement contre les maladies et les ravageurs ainsi que d'améliorer la viabilité des semences et la vigueur des semis en soi (**Jisha et al., 2013**).

Chapitre II : Huiles essentielles



1. Définition

Les huiles essentielles ou essences végétales sont des produits huileux, volatils, odorants et incolores ou légèrement teintés, obtenus par distillation à la vapeur d'eau, par expression, par incision ou par enfleurage des plantes aromatiques (**Budavri et al., 1996, Bego, 1997**).

Selon **Bruneton, 1993**, elles sont constituées de mélange complexe et généralement odorant. Les HE se trouvent généralement sous forme de liquide mobile ou sous forme de liquide plus ou moins visqueux et parfois même cireux. Elles ont une composition chimique complexe et contiennent en proportion variable des hydrocarbures terpéniques composés de monoterpènes (C₁₀H₁₆) et de sesquiterpènes (C₁₅H₂₃) ainsi que des composés oxygénés tels que : alcools, aldéhydes, phénols, cétones, esters, . . . , etc. (**Duerbeck, 1996, Benayad, 2008**).

2. Répartition, localisation et fonction

Les HE n'ont pas une présence générale chez tous végétaux. Environ 1% des espèces seulement élabore des essences. Alors que, Certaines familles se caractérisent par le grand nombre d'espèces à essences, en particulier les labiés (Thym, Menthe, Lavande, Origan, Sauge, etc.), les Ombellifères (Anis, Fenouil, Angélique, Cumin, Coriandre, Persil, etc.), les Myrtacées (Myrthe, Eucalyptus), les Lauracées (Camphrier, Laurier-sauce, Cannelle) (**Benayad, 2008**).

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans divers organes de la plante : fleurs (origan, menthe, lavande), feuilles (citronnelle, eucalyptus, laurier), écorce (cannelier), bois (bois de rose), rhizomes (acore), fruits (badiane), ou même graines (carvi, muscade) (**Yahyaoui, 2005 ; Boudjema et Ben Guegua, 2010**).

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence des structures histologique spécialisés, souvent localisée sur ou à proximité de la surface de la plante qui sont : cellules à huiles essentielles de Lauraceae, les poils sécréteurs des Lamiacées, poches sécrétrices des Myrtaceae, des Rutaceae, et les Lamiaceae, et les canaux sécréteurs qui existent dans de nombreuses familles. Il est intéressant de remarques que les organes d'une même

espèce peuvent renfermer des huiles essentielles de composition différente selon la localisation dans la plante (**Belkou et al., 2005**). Elles sont sécrétées au sein du cytoplasme de certaines cellules ou se rassemblent sous formes de petites gouttelettes comme la plupart des substances lipophiles (**Bouamer et al., 2004**).

Le rôle biologique des H.Es dans l'écologie est évident. Par leur odeur, elles interviennent dans la pollinisation. Ainsi, elles jouent un rôle attractif ou répulsif vis-à-vis des prédateurs (herbivores, insectes...) (**Guignard, 2000**). Elles peuvent paralyser les muscles masticateurs des agresseurs par les propriétés toxiques et inappétentes des substances qu'elles contiennent (**Capo et al., 1990**).

Par ailleurs leurs composés interviennent dans les réactions d'oxydo-réduction, comme donneurs d'hydrogène. Par exemple l'isoprène réagit rapidement avec l'ozone et les radicaux hydroxyles. Aussi, elles émettent l'excès de carbone et d'énergie (**Sharkay et al., 2001**).

3. Propriétés physiques des huiles essentielles

Malgré leurs différences de constitution, les huiles essentielles possèdent un certain nombre de propriétés physiques communes.

Selon (**Bardeau, 1976; Legrand, 1978; Lemberg, 1982; Faye et al., 1997, Bruneton, 1999, Abdelouahidet Bekhechi, 2010**), les propriétés physiques les plus générales sont :

- Elles sont solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, les huiles fixes, les émulsifiants et dans la plupart des solvants organiques, et peu solubles dans l'eau à laquelle, toutefois, elles communiquent leur odeur.
- Leur point d'ébullition varie de 160°C à 240°C.
- Leur densité est généralement inférieure à celle de l'eau, elle varie de 0,75 à 0,99 (les huiles essentielles sassafras, de girofle ou cannelle constituent des exceptions).
- Elles ont un indice de réfraction élevé.
- Elles ont des propriétés dextrogyres ou lévogyres, rarement inactives sur la lumière polarisée.

- Elles dissolvent les graisses, l'iode, le soufre, le phosphore et elles réduisent certains sels.
- Ce sont de parfums, et ont une conservation limitée.
- Sont très altérables et sensibles à l'oxydation (mais ne rancissent pas).
- Ce sont des substances de consistance huileuse, plus ou moins fluides, très odorantes et volatiles.
- A température ambiante, elles sont généralement lipides, incolores.
- Ce sont des produits stimulants, employés à l'intérieur, comme à l'extérieur du corps, quelquefois purs, généralement en dissolution dans l'alcool ou un solvant adapté.

4. Composition chimique

Les huiles essentielles représentent un mélange complexe de molécules chimiques qui peuvent comporter plus de soixante composants différents, parmi lesquels deux ou trois sont des composants majeurs constituant de 20 à 70% du mélange comparativement aux autres qui se trouvent le plus souvent sous forme de traces. A titre d'exemple, le carvacrol et le thymol sont les composants majeurs des huiles essentielles *d'Origanum compactum*, le linalol pour les huiles essentielles de *Coriandrum sativum*, le menthol et le menthone pour les huiles essentielles de *Mentha piperita*. Généralement ces composants majeurs déterminent les propriétés biologiques des huiles essentielles (**Garnon, 1991**).

La plupart des composants sont inclus dans deux groupes : les terpénoïdes et les phénylpropanoïdes, les deux sont synthétisés à travers deux voies métaboliques séparées.

5. Facteurs de variabilité des huiles essentielles

Selon **Bruneton, 1993**, différents facteurs peuvent influencer sur la biosynthèse végétale. Ainsi les composés aromatiques ne sont pas immuables pour une même plante. La connaissance de l'espèce botanique exacte, de l'organe producteur et de la provenance de l'essence est nécessaire. De plus, l'utilisation des HE impose le respect rigoureux des critères de qualité au niveau de production, de l'extraction et du conditionnement.

- ❖ Facteurs climatiques
- ❖ Terrains de cultures
- ❖ Techniques culturales
- ❖ Modalités de collecte et de stockage

6. Toxicité des huiles essentielles

Les H.Es sont des substances puissantes et très actives. Elles représentent une source inépuisable de remèdes naturels. Néanmoins, il est important de souligner que l'automédication fréquente et abusive surtout en ce qui concerne le dosage ainsi que le mode d'application interne ou externe par les essences est nocive. Elle engendre des effets secondaires plus ou moins néfastes dans l'organisme soit animal ou végétal (**Baudoux, 1997, Degryse et al., 2008, Vassart, 2009**).

7. procédés d'extraction des huiles essentielles

Les procédés d'extraction d'huiles essentielles sont nombreux et variables selon la partie du végétal traitée, selon sa fragilité et selon ses caractéristiques botaniques (**Sandra et Bicchi, 1987**).

Les méthodes courantes classiques pour l'obtention des huiles essentielles sont l'hydrodistillation et l'entraînement à la vapeur d'eau (**Belaiche, 1979**).

8. Utilisation des huiles essentielles

L'utilisation répandue des insecticides synthétiques a mené à beaucoup de conséquences négatives ayant pour résultat diminution croissante de la croissance des plantes (**Isman, 2006**). Les plantes aromatiques sont parmi les insecticides les plus efficaces d'origine botanique et les huiles essentielles constituent souvent la fraction bioactive des extraits de plantes (**Shaaya et al., 1997**).

Activité insecticide

Activité acaricide

Activité fongicide

Activité bactéricide

Autres domaines d'utilisation des huiles essentielles.

Chapitre III : Descriptions des espèces étudiées

1. *Mentha spicata* L

1.1. Description botanique:

Mentha spicata L. a été considérée par certains auteurs comme une simple variété de *M. longifolia* (L.) Huds, *Menthaspicata* L. est probablement apparue en culture, étant donné qu'aucune distribution natale n'ait été reconnue. Cette espèce, largement cultivée pour son huile et sa vigueur a été fréquemment acclimatée particulièrement en Europe et aux Etats-Unis (**Harley, 1972**). Cette menthe est vivace, à tiges dressées, fermes, à feuilles lancéolées (**Figure 6**). Les fleurs sont roses pâles ou blanches, rassemblées en glomérules disposés eux-mêmes en épis terminaux (**Morton, 1956**).



Figure 2: Menthe verte :*Mentha spicata* L.

(<https://www.meillandrichardier.com/menthe-marocaine-ou-mentha-spicata-nanah.html>)

1.2. Systématique

Règne : Plantea

Sous règne : Trachéophytes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Lamiales

Famille :Lamiaceae

Sous-famille :Nepetoideae

Tribu: Menthea

Sous-tribu: Menthinae I

Genre : *Mentha*.

Espèce :*Mentha spicata* L. (**Moon et al., 2009 ; Lansdown, 2014**).

1.3. Composition biochimique :

Le tableau suivant montre la composition biochimique de *Mentha spicata* L. Algérienne

Tableau I: Composition biochimique de *Mentha spicata* L. Algérienne (Brahmi et al. 2016).

Les huiles essentielles

Carvone , limonene, 1.8-cineole, β -Caryophyllenegermacrene D.

Composés phénoliques

**Acides phénoliques : Acide 4-hydroxy benzoïque, Acide caféique,
Acide α -coumarique, Acide chlorogénique et Acide rosmarinique.**

Flavonoïdes : rutine, naringenine, luteoline, diosmine, kaempferole et diosmetine

Autre composés

Esters méthilique d'acide gras, triglycéride, squalène, stigmastérol, Sitostérol, acide oléanique, ursolique et pomolique Caroténoïdes, alcaloïde, saponine.

1.4. Huile essentielle de la *Mentha spicata* L:

1.4.1. Composition d'huile essentielle de la *Mentha spicata* L:

Le rendement est en général de 1 à 2.5% d'huile essentielle qui comporte; 22 à 42% menthol (camphre de menthe) ; 50% de carvone ; 30% menthone; jusqu'à 10% menthyles esters (acétate, isovalérate) ; autres terpénoïdes (pulegone, piperitone, menthofurane, pinène, 1-limonène, cadinène, phellandréne, acétaldéhyde, isovalériquealdehyde, amyl alcool, dimethylsulfide) la présence de 0,1 % de jasmone, améliore nettement la qualité de l'huile essentielle (Chakravarty, 1976).

1.4.2. Propriétés d'huile essentielle de la *Mentha spicata* L

La saveur de la menthe verte est principalement basée sur le carvone, dihydrocarvone, carveol, dihydrocarveol, carvyl et dihydrocarvyl esters, et à degré moindre au limonène. Le carvone est d'un intérêt particulier parce qu'il existe sous deux formes énantiomériques avec deux propriétés aromatiques distinctes. Le R-(-)-, qui confère l'odeur de la menthe en épi, est extrait de l'espèce *Mentha spicata*. L'énantiomère S-(+)- ressemble à l'odeur du carvi, représente 50% de l'huile essentielle des graines de carvi (**Parker et al., 2015**). Bien que les huiles essentielles des menthes soient associées au chewing-gums et aux dentifrices, elles ont aussi d'autres utilisations dans l'aromatisation. Les huiles et aromes mentholées qui contiennent généralement des huiles essentielles ou isolats de menthes sont utilisés pour aromatiser les confiseries comme les bonbons, les friandises, les pastilles à la menthe (utilisés pour rafraîchir l'haleine après le diner ou pour bien respirer) et dans la chocolaterie. (**Hayes et al., 2006**).

1.4.3. Utilisation thérapeutique d'HE de la *Mentha spicata* L

La Menthe (*Mentha spicata*.L) , est parmi les plantes aromatiques et médicinales très utilisée dans les domaines pharmaceutiques et médicinales tel que (**Mahboubi, 2018**):

- traitement des flatulences
- Anti arthrose
- Irritabilité nerveuse et de l'insomnie.

2. *Eucalyptus globulus*

2.1. Description botanique:

Les Eucalyptus sont de grands arbres dont certains peuvent dépasser 100 m de hauteur, mais la moyenne des espèces les plus courantes est de 40 à 50 m, d'autres ont des dimensions plus faibles (**Traore et al., 2013**). Le tronc comprend une écorce à la base foncée et rugueuse et, en hauteur, lisse, gris cendre laissant s'exfolier son épiderme en longs lambeaux souples et odorants.

Les eucalyptus portent des feuilles persistantes, coriaces, glabres mais différentes en fonction de l'âge des rameaux: les jeunes rameaux possèdent des feuilles larges, courtes, opposées, sessiles, ovales, bleu-blanc et cireuses, avec un vrai limbe nervuré. Les rameaux plus âgés possèdent des feuilles aromatiques, falciformes, longues de 12 à 30 cm, étroites, pointues, épaisses, vert foncé, courtement pétiolées, alternes et pendantes verticalement (**Goetz et Ghedira, 2012**).

Les fleurs naissent à l'aisselle des feuilles et sont de couleur blanc crème (en bouton de couleur (blanc-bleu), en toupie surmontée d'une pseudo-corolle en forme de coiffe qui tombe lors de l'épanouissement, laissant apparaître un panache d'étamines (**Baba Aissa, 1999**). Le fruit ligneux est une grosse capsule glauque prenant une teinte marron à maturité, dure, anguleuse, verruqueuse, et s'ouvrant légèrement par trois, quatre ou cinq fentes (qui dessinent une étoile à son sommet) pour libérer de nombreuses graines sombres et minuscules (**Goetz et Ghedira, 2012**). Les eucalyptus sont connus pour leur capacité à coloniser des terrains nus ou dévastés à cause de leurs graines très nombreuses (et à faibles réserves); grâce à un organe souterrain, le lignotuber, même après une coupe ou un incendie; ils poussent sans marquer de dormance, tant que les conditions météorologiques ne sont pas défavorables. Ces dernières propriétés, ajoutées à sa grande valeur papetière, ont assuré à l'eucalyptus une dispersion et un succès mondiaux (**Fraival, 2005**).

2.2. Systématique:

Tableau II : Classification d'*Eucalyptus globulus* (**Ghidira et al., 2008**).

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta;
Division :	Magnoliophyta;
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Rosidae
Ordre :	Myrtales
Famille :	Myrtaceae
Genre :	<i>Eucalyptus</i>
Espèce :	<i>Eucalyptus globulus</i>



Figure 3: *Eucalyptus globules* (Foudil-Cherif, 1991)

2.3.Principaux composants chimiques d'*Eucalyptus*

- ✓ Huile essentielle (Oxydes terpéniques : 1,8-cinéole;monoterpènes : alpha- pinène, limonène, □ gamma-terpinène, paracymène ; Sesquiterpènes : aromadendrone ;Sesquiterpénols : globulol, lédol)
- ✓ Flavonoïdes (des hétérosides de flavones avec les aglycones suivants : quercétine, myricétine, □kaempférol et rutine).
- ✓ Tanins (**Daroui-Mokaddem, 2012**).

2.4.Composition chimique de l'huile essentielle de l'*Eucalyptus* :

De très nombreuses études ont été menées sur la composition chimique de l'huile essentielle dans différentes régions du monde. Le 1,8-cinéole reste un des principaux constituants majoritaire des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*. (**Lawrence, 1997**)

2.5.Propriétés d'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* :

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* est connue pour son efficacité contre les affections respiratoires. Cette essence aromatique possède également d'innombrables vertus et s'avère efficace dans le maintien de la santé au quotidien (**Tesche et Metternich, 2008**).

2.6.Utilisation de l'huile essentielle *d'Eucalyptus globulus* :

L'HE d'E. globulus peut être utilisée dans de nombreux domaines (respiratoire, cicatrisant, douleur, insecticide...). Elle est cependant utilisée majoritairement pour son activité au niveau des voies respiratoires basses (**Debuigne et Couplan .,2019, Graz et Falquet., 2016**).

Partie II

Chapitre I : Matériels et Méthodes

Le présent travail avait pour but d'étudier l'effet de deux huiles essentielles de *Eucalyptus globulus* et *Mentha spicata* comme un biostimulant sur la germination des graines de Radis.

La réalisation de l'expérimentation a été faite au niveau du laboratoire de PFE de la faculté SNV, université de Blida -1 durant 2 mois (février et mars 2022).

1. Matériel

1.2. Matériel biologique

La matière végétale utilisée dans la présente étude est :

- ✓ Les graines de Radis (*Raphanus sativus* vr. *radicicula*) sont achetées, on choisit les meilleures graines par rapport au diamètre, la couleur et aussi les graines saines. Les graines choisies sont stériles pour éviter la contamination au cours de la germination . (figure 4)
- ✓ Les huiles essentielles de *Mentha spicata* et *Eucalyptus globulus* fournies par la société de VieBio dans des flacons opaques, stériles et fermés avec un pourcentage de 100% de pureté. Les deux huiles essentielles utilisées sont extraites par la méthode d'hydrodistillation à l'échelle semi-industrielle . (figure 5)



Figure 4: graines de Radis (original).



A



b

Figure 5 : flacons des huiles essentielles

a. flacon de l'huile d'*Eucalyptus globulus* **b.** flacon de l'huile de *Mentha spicata*.

1.2. Matériel non biologique

Les produits chimiques et le matériel utilisé dans l'expérimentation sont cités dans l'annexe.

2. Méthodes

2.1. Extraction des huiles essentielles

La méthode d'extraction utilisée pour les deux huiles essentielles est l'hydrodistillation à l'échelle semi-industrielle. Il s'agit de l'une des méthodes les plus simples et de ce fait, la plus anciennement utilisée. Le procédé consiste à immerger le matériel végétal à l'intérieur d'un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules volatiles odorantes qui y sont contenues. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azeotropique. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité.

2.2.Détermination des propriétés organoleptiques des huiles essentielles

Chaque huile essentielle est caractérisée par des propriétés visuelle, olfactive et gustative qui se résument en propriétés organoleptiques tels que : l'odeur, l'aspect physique et la couleur.

Les huiles essentielles de l'Eucalyptus et de la Menthe sont mises à une étude organoleptique pour déterminer : l'odeur, l'aspect physique et la couleur.

Les résultats à était observé par les 10 personnes qui sont dans le même laboratoire.

2.3.détermination des propriétés physico-chimiques

Les méthodes utilisées pour déterminer les indices physico-chimiques sont celles indiquées par le recueil de normes de l'Association française de Normalisation (AFNOR, 1989).

2.3.1.pH

La détermination de potentiel d'hydrogène est effectuée à l'aide d'un papier pH.

2.3.2.Densité relative à 20°C

La densité relative de l'huile essentielle et le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C et la masse d'un même volume d'eau distillée à 20°C. A l'aide d'une micropipette, on prélève un volume 1ml de chaque l'huile essentielle et on fait la peser ce volume par une balance analytique. Faire la même chose pour l'eau.Ensuite, on applique la formule suivante :

$$D_{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

Ou :

m2 : la masse en g de tube rempli d'huile essentielle.

m0 : la masse en g de tube vide

m1 : la masse en g de tube rempli d'eau

2.3.3. indice de réfraction

L'indice de réfraction indique la capacité d'une matière à ralentir et à dévier la lumière polarisée. La mesure est effectuée à l'aide d'un réfractomètre. On place 2 à 3 gouttes d'huile essentielle au milieu du prisme, puis on note directement la valeur de l'indice et la température de mesure. Le résultat est exprimé avec équation suivante :

$$I_{20} = I_t + 0.00045 (T - 20^{\circ}\text{C})$$

Où :

I₂₀ : indice à 20°C .

I_t : indice à la température de chambre.

T : Température de mesure

0.00045 : Constant de variation de l'indice quand la température varie 1° C

2.3.4. Indice d'acide (IA)

L'indice d'acide d'une huile essentielle est défini comme étant le nombre de milligramme de potassium (KOH) nécessaire pour la neutralisation des acides libres contenus dans un gramme d'huile essentielle (AFNOR, 2000).

Mode opératoire

Nous avons introduit 0.5g des échantillons des deux huiles essentielles dans un bécher propre et sec et nous avons ajouté 1 ml d'éthanol à 99% avec la pipette et 2 gouttes de phénolphthaléine puis neutraliser la solution obtenue avec l'hydroxyde de potassium à l'aide de la burette pendant quelques secondes. si la couleur de la solution a varié on arrête le titrage.

En fin de titrage nous avons lu le volume de mKOH consommé pour le calcul de l'indice d'acide à l'aide de la relation suivante :

$$IA = V \times C \times (56.11 / M)$$

IA: indices d'acide V : volume de KOH utilisé (ml) C : concentration exacte, en moles par litre de solution de KOH M : masse de la prise d'essai

AFNOR., 2000 : Huiles essentielle. Echantillonnage et méthodes d'analyse monographique relatives aux huiles essentielle (tome 2).

2.4.Germination des graines de Radis

Notre expérience est réalisée selon le protocole de **Turker et Camper 2002**. Elle est divisée en deux parties :

Partie 1 : Stérilisation de graines de Radis

Dans le but de diminuer le risque de contamination, nous avons procédé à une étape de stérilisation des graines. Les graines sont stérilisées à l'aide de quelques gouttes d'Hypochlorite de sodium (NaClO) à 12°C dans l'eau distillée de volume 500 ml avec une agitation pendant 20 minutes.



Figure 6 : Stérilisation des graines de Radis par l'agitateur.

Partie 2 : test de germination

Deux concentration sont utilisées (1mg d'huile essentielle /l d'eau distillée et 10mg/l).On dépose 100 graines de Radis dans des boites de pétri contenant de papier filtre stérile imbibé avec les deux huiles essentielles avec deux concentrations (1mg/l et 10mg/l) comparées avec le témoin.

Les boites sont incubées à une température ambiante et à l'obscurité. La germination est enregistrée quotidiennement durant 10 jours.

2.5. Test de croissance

Notre expérience est réalisée aussi selon le protocole de **Turker et Camper 2002**. Elle est divisée en deux parties :

Partie 1 : Stérilisation de graines de Radis

Cette étape est la même que la précédente à l'aide d'Hypochlorite de sodium (NaClO)

Partie 2 : Évaluation de la croissance

Pour cette partie, les huiles essentielles ont été préparées en ajoutant le Tween 80 pour faciliter sa dissolution avec les concentrations suivantes :

- T1 contrôle sans huile, les graines inoculées avec 5 ml de l'eau distillée.
- C1 graines inoculées avec 5 ml de l'huile dans chaque boîte avec une concentration de 75mg/ml.
- C2 graines inoculées avec 5 ml de l'huile dans chaque boîte avec une concentration de 50mg/ml.
- C3 graines inoculées avec 5 ml de l'huile dans chaque boîte avec une concentration de 25mg/ml.

On prépare des boîtes de Pétri contenant du papier filtre stérile dans une autoclave pendant 20-25 minutes, imbibé avec 5 ml de chaque concentration et on dépose vingt graines de Radis préalablement stérilisées. Chaque concentration est répétée 3 fois.

Pour le témoin, le même protocole est suivi à l'exception que le papier filtre est imbibé avec l'eau distillée 5 ml.

L'incubation est effectuée à une température ambiante dans une lumière faible. La longueur des racines et de tiges sont mesurées pour le 3^{ème}, 5^{ème}, le 7^{ème} et le 10^{ème} jour d'incubation



Figure 7: boîtes de Pétri contenant des graines de Radis.

2.6. Teneur en chlorophylles :

Le dosage biochimique a été réalisé sur les plantules de 10 jours dont la concentration choisie selon la longueur tige la plus élevée.

Les chlorophylles (Cha, Chb, Caroténoïde) ont été dosées selon le protocole de **Francis et al., (1970).**

L'extraction est réalisée sur des feuilles découpées en petits morceaux et mises dans des tubes à essais fermes et couverts par papier aluminium pour éviter l'oxydation des chlorophylles par la lumière. Une quantité (0.04- 0.05g) de feuilles est déposée dans 3 solvants différents : l'acétone (100%), de méthanol (96%) et de diethylether (95%). Ensuite, les tubes sont incubés à une température ambiante sous l'obscurité durant 24 h.

La lecture des densités optiques des solutions est réalisée après 24 heures par spectrophotomètre à trois longueurs d'ondes (646, 662 et 470) pour les chlorophylles Ch a, Ch b et Caroténoïde respectivement. La détermination des teneurs des chlorophylles est calculée selon les formules suivantes :

Méthanol **Ca=15.65 A662-7.340 A646**
Cb=27.05 A646-11.21 A662
Cx+c= 1000 A470 -2.86 Ca-12.9.2Cb/245

Diethyl ether **Ca=10.05A662-0.766 A646**
Cb=16.37 A646-3.140 A662
Cx+c= 1000 A470 -1.280Ca- 56.7Cb/230

Acetone **Ca=11.75 A662-2.350 A646**
Cb=18.61 A646-3.960 A662
Cx+c= 1000 A470 -2.270 Ca- 81.4 Cb/227

Ca= chlorophylle a, Cb= chlorophylle b, Cx+c= Caroténoide

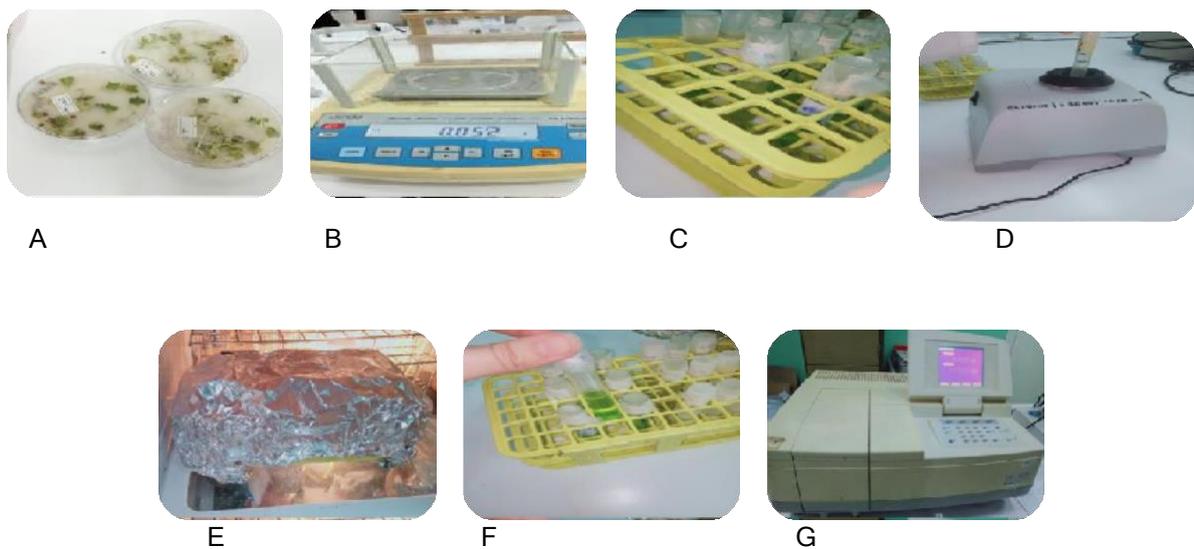


Figure 8 : Protocole du dosage de chlorophylle .

A: les boites choisi pour le dosage des chlorophylles

B: peser la quantité à l'aide d'un balance

C: broyages des feuilles

D: agitation des tubes après les avoir ajouter les 3 solvants

E: Couvrir les tubes avec papier aluminium dans l'obscurité pendant 24h

F: les tubes après 24h

G: lecture de la densité optique par le spectrophotomètre

Chapitre II : Résultats et Discussion

1. Caractéristiques organoleptiques et étude physico-chimique des huiles essentielles.

1.1. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles

Selon AFNOR, les huiles essentielles sont habituellement liquides à température ambiante et volatiles, ce qui les différencie des huiles dites fixes. Elles sont plus ou moins colorées et leur densité inférieure à celle de l'eau.

Après l'observation des deux huiles essentielles de *Mentha spicata* et *Eucalyptus globulus* comparées avec les normes d'AFNOR, les paramètres organoleptiques sont résumés dans le tableau 3 :

Tableau 3 : caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de *Mentha spicata* et *Eucalyptus globulus*

Huile essentielle	Aspect	Odeur	Couleur
<i>Eucalyptus globulus</i>	Liquide	Forte et épicée	Jaune très pâle
<i>Mentha spicata</i>	Liquide	Fraîche, forte et mentholée	incolore
Normes d'AFNOR	Liquide limpide Fluide et mobile	Jaune très pâle à transparent	Fraîche et épicée

Les résultats obtenus montrent que les caractéristiques organoleptiques des deux huiles essentielles oscillent dans des intervalles comparables aux normes d'AFNOR, témoignant ainsi de la bonne qualité des deux huiles essentielles.

1.2. Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles

Les constantes physico-chimiques ont été déterminées selon des méthodes normalisées. Les résultats de ces mesures sont regroupés selon :

1.2.1.pH :

Les résultats obtenus après la mesure sont illustrés dans le tableau 4 :

Tableau 4 : pH des huiles essentielles de *Mentha spicata* et *Eucalyptus globulus*

Huile essentielle	ph
<i>Eucalyptus globulus</i>	5.5
<i>Mentha spicata</i>	5.9
Normes d'AFNOR	5-6

Les deux huiles essentielles montrent un pH acide qui varie entre 5.5 à 5.9 qui reste conforme aux normes internationales

1.2.2.Densité à 20°C

Le tableau suivant représente la densité des deux huiles essentielles *d'Eucalyptus globulus* et *Mentha spicata* comparais avec les normes d'AFNOR :

Tableau 5 : densité des huiles essentielles de *Mentha spicata* et *Eucalyptus globulus*

Huile essentielle	(g/cm ³)
<i>Eucalyptus globulus</i>	0.835
<i>Mentha spicata</i>	0.856
Normes d'AFNOR	0.820-0.990

D'après les résultats obtenus la densité des deux huiles essentielles *Eucalyptus globulus* et *Mentha spicata* sont inférieur à 1 (densité de l'eau) et qui concordent avec les normes d'AFNOR (0.820-0.990).

1.2.3. Indice de réfraction

L'indice de réfraction est utilisé pour l'identification et comme critère de pureté des huiles essentielles et de composés liquides divers, Plus l'indice de réfraction d'un produit est près de la valeur attendue, plus sa pureté est grande. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 6 :

Tableau 6 : Indice de réfraction des huiles essentielles de *Mentha spicata* et *Eucalyptus globulus*

Huile essentielle	
<i>Eucalyptus globulus</i>	1.43
<i>Mentha spicata</i>	1.49
Normes d'AFNOR	1.460-1.476

L'indice de réfraction de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* est de 1.43 alors que celle *Mentha spicata* est de 1.49. Les valeurs sont proches de normes d'AFNOR (1.460-1.476).

1.2.4. Indice d'acide

Le dernier paramètre à doser c'est l'indice d'acide. Les valeurs obtenues sont résumées dans le tableau 7:

Tableau 7 : Indice d'acide des huiles essentielles de *Mentha spicata* et *Eucalyptus globulus*

Huile essentielle	
<i>Eucalyptus globulus</i>	2.35
<i>Mentha spicata</i>	1.56
Normes d'AFNOR	0.48-3.74

D'après les résultats répertoriés dans le tableau ci-dessus, nous remarquons que l'indice d'acide des huiles essentielles *d'Eucalyptus globulus et Mentha spicata* (2.35- 1.56) sont similaires avec les normes d'AFNOR (0.48-3.74).

2. Étude de l'effet des huiles essentielles

2.1. Taux de germination:

Le taux de germination a été calculé sur 100 graines de Radis avec 2 concentration différents (1mg /l et 10mg/l) d'huile essentielle de menthe, eucalyptus comparais avec le témoin durant 10 jours.

Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 9 :

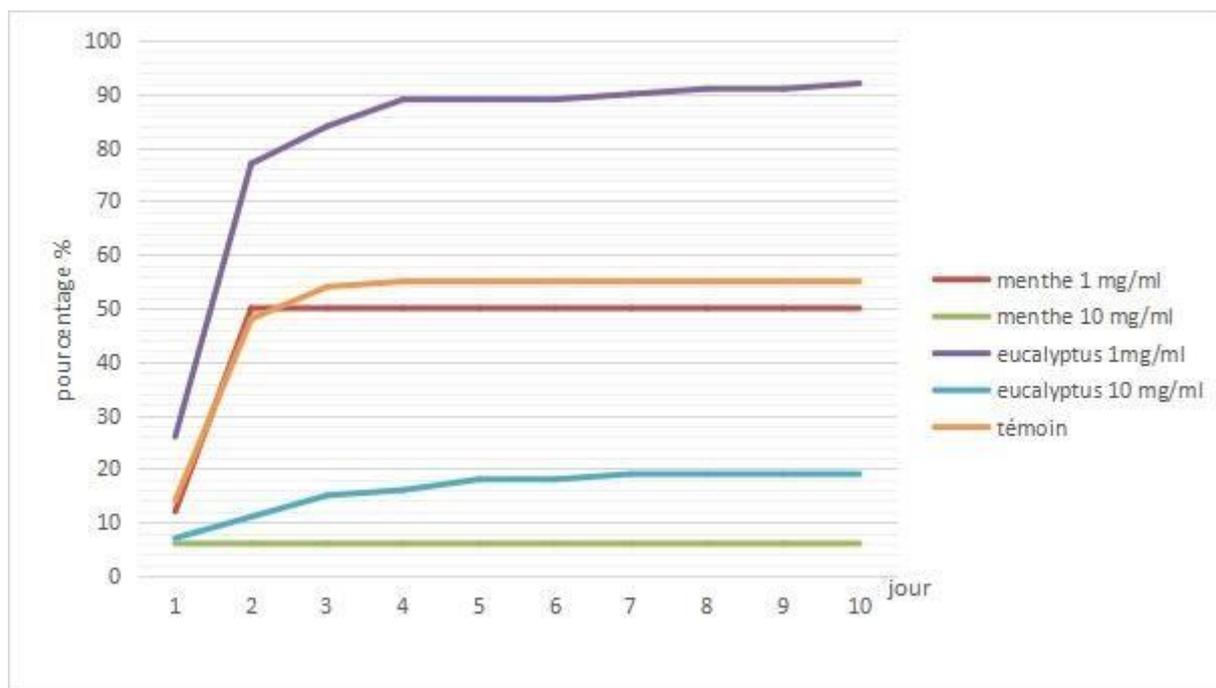


Figure 9 : variation de taux germination de deux huiles essentielles comparais avecle témoin

Les résultats obtenus après 10 jours de germination montrent que :

- **Huile essentielle d'Eucalyptus :** le taux de germination de la concentration 1mg/l dans le 1er jour c'était 26 % alors que elle s'est augmentée jusqu'à 77 % dans le 2^{ème} jour. Puis, elle a atteint un taux de germination de 92% vers la fin de 10^{ème} jour.

Pour la concentration de 10 mg/l, le taux de germination était de 7 % pour le 1^{er} jour et aller jusqu'à 19 % seulement 10^{ème} jour.

- **Huile essentielle de la Menthe :** la moitié des graines (50 %) dans la durée de 10 jours pour la concentration de 1mg/l. Alors que, un taux très faible a été enregistré pour la concentration de 10mg/l (6 %).
- **Témoin :** la moitié des graines sont germées (55 %) par l'utilisation de l'eau seule dans le 10^{ème} jour.

Donc, l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* utilisé à une concentration de 1 mg/ml a montré un meilleur taux de germination comparais avec le témoin et l'huile de la Menthe.

2.2. Étude de la croissance

2.2.1. Croissance des racines

La longueur des racines a été mesurée pour le 3^{ème}, 5^{ème}, 7^{ème} et 10^{ème} jour de la germination sur 20 graines de Radis avec 3 concentration différents 0.25mg/l, 0.5mg/l et 0.75mg/ pour chaque huile essentielle.

Les résultats obtenus sont résumés dans les figures 10-11 :

➤ Huile essentielle d'Eucalyptus

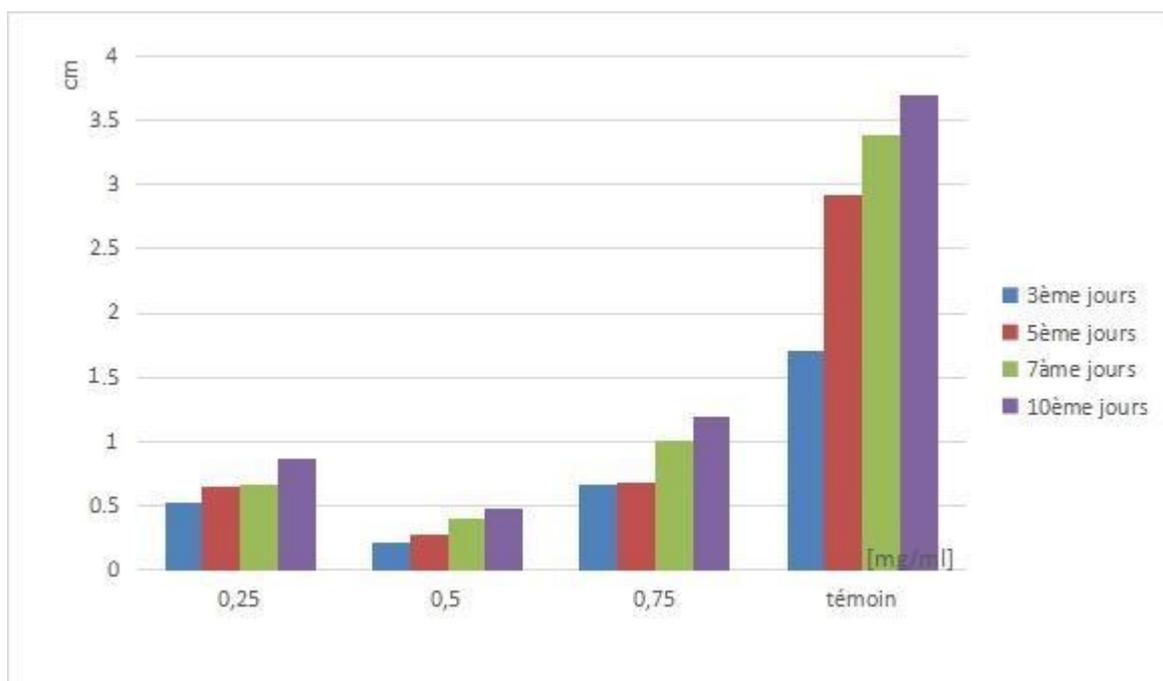


Figure 10: variation montrant l'effet de l'huile essentielle d'eucalyptus sur la longueur des racines des graines de Radis germées

La longueur des racines dans le 3^{ème} jour est entre 0.21cm et 0.66cm pour les trois concentrations (0.25mg/l – 0.5mg/l – 0.75mg/l) successivement. Puis, elle a présentée augmentation lente durant les 10 jours et fini par une valeur maximale de 1.2cm pour la concentration de 0.75mg/ml.

Alors que, pour le témoin, nous avons illustré que la longueur de racine est rapide, 1.71cm dans les trois premiers jours puis atteint 3.69cm à la fin de 10^{ème} jour.

➤ **Huile essentielle de la Menthe**

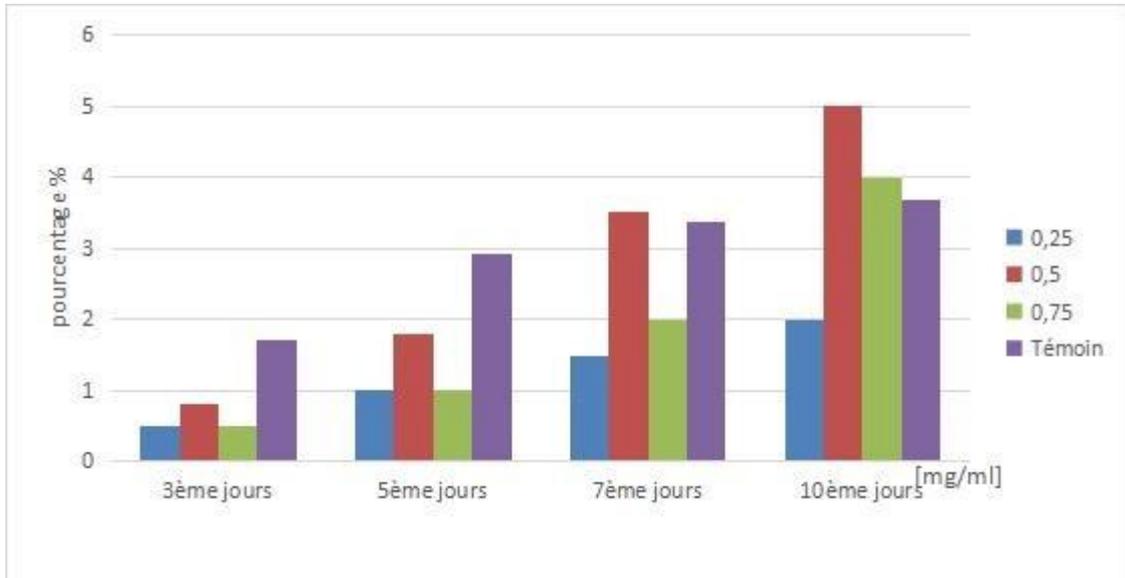


Figure 11 : variation montrant l’effet de l’huile essentielle de la menthe sur la longueur des racines des graines de Radis germées

Après 10 jours de surveillance de la germination des graines de Radis stimulées par l’huile essentielle de la menthe, la longueur de ces racine est atteint 5cm vers la fin de 10^{ème} jour avec la concentration de 0.5 mg/ml suivie par la concentration de 0.75 mg/ml (4 cm), ensuite le témoin (3.69 cm) et enfin la concentration la plus faible 0.25 mg/ml avec 2 cm de longueur.

En plus, Nous avons aussi remarqué que la croissance de racines des graines stimulées par l’huile essentielle de la menthe est plus accélérée que celle stimulées par l’huile de l’Eucalyptus.

2.2.2.Croissance de la tige

Le même protocole a été appliqué dans la mesure de la longueur des tiges. 4 mesures ont été pris durant 10 jours (3^{ème}, 5^{ème}, 7^{ème} et 10^{ème} jour) sur 3 concentration différents 0.25mg/l, 0.5mg/l et 0.75mg/ avec 20 graines de Radis stimulées par deux huiles essentielles de la menthe et d’eucalyptus plus le témoin.

Les résultats obtenus sont présentés dans les histogrammes 12-13 :

➤ **Huile essentielle d'Eucalyptus**

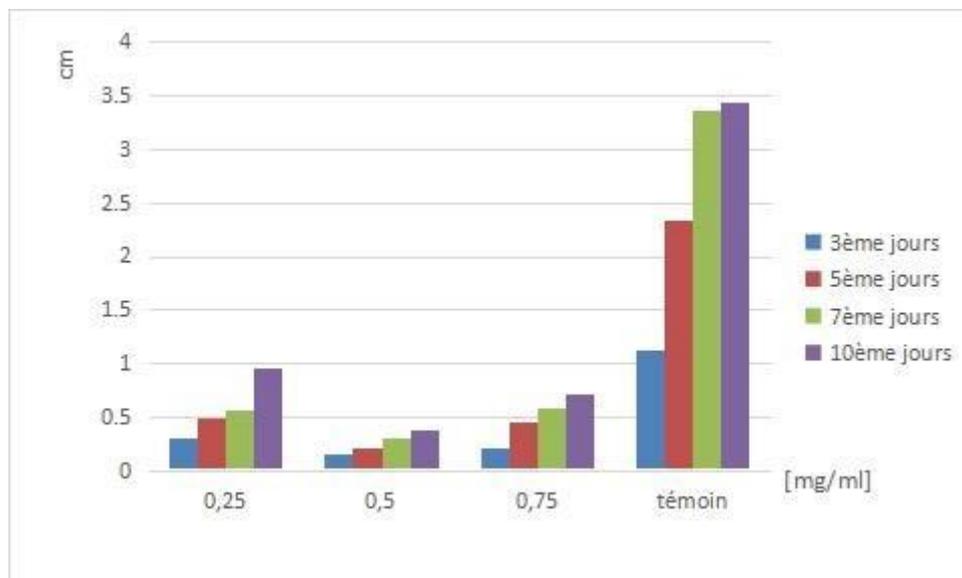


Figure 12: variation montrant l'effet de l'huile essentielle d'eucalyptus sur la longueur des tiges des graines de Radis germées

La longueur des tiges germées pour le 3^{ème} jour est entre 0.16cm et 0.3cm pour les trois concentrations (0.25mg/l — 0.5mg/l — 0.75mg/l). Alors que les tiges de témoin ont montré une croissance plus élevée (1.12 cm). En général, les tiges se développent très lente durant les 10 jours et ne dépassent pas 1cm dans le 10^{ème} jour pour les 3 concentrations. Tandis que, les tiges de graines arrosées par l'eau (Témoin) ont pu dépasser 3 cm dans le 10^{ème} jour.

On conclusion, l'huile essentielle de l'eucalyptus n'a pas un effet biostimulant sur la croissance des graines de radis.

➤ **Huile essentielle de la Menthe**

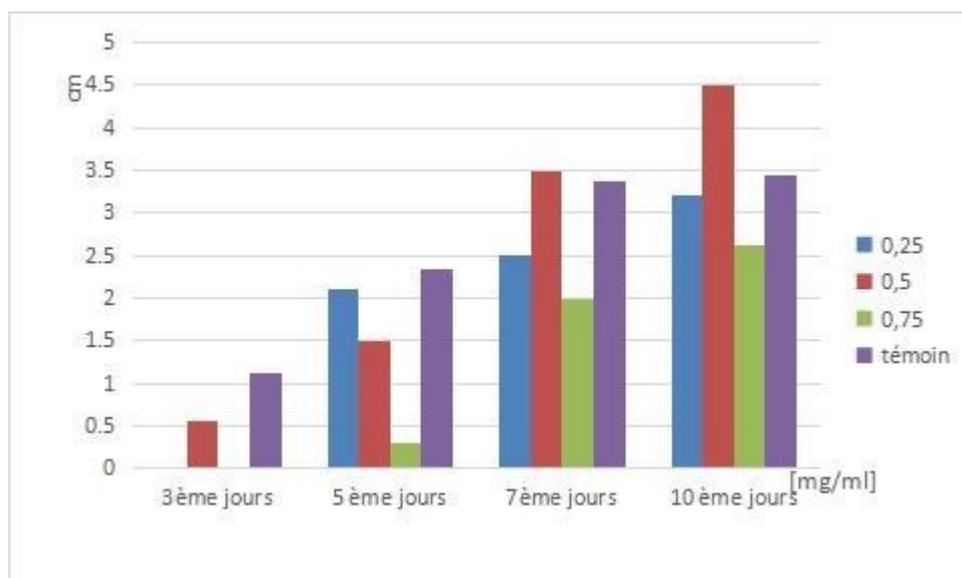
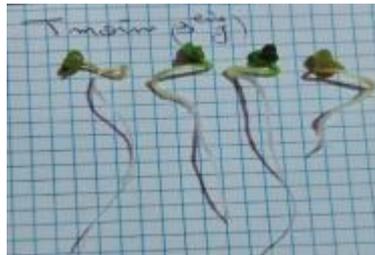
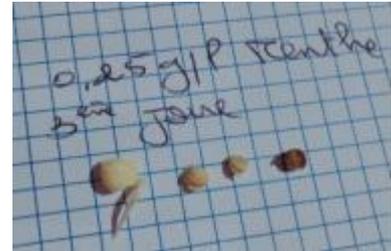


Figure 13 : variation montrant l'effet de l'huile essentielle de la menthe sur la longueur des tiges des graines de Radis germées

L'huile essentielle de la *Mentha spicata* a montré un effet positif sur la croissance des tiges des graines de Radis germées. La longueur la plus élevée est celle de la concentration de 0.5 mg/ml qu'elle a été plus élevée (4.5cm) que celle de témoin (3.44). Pour les concentrations de 0.25mg/l et 0.75mg/l, les tiges n'ont pas été développées qu'après le 3^{ème} jour, où elles sont augmentées vers 3.2 cm et 2.62 cm pour les concentrations 0.25 mg/ml et 0.75mg/l successivement.

3^{ème} jour



5^{ème} jour

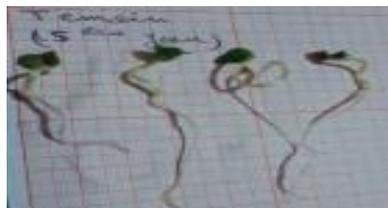


Figure 14: Méthode de mesure la longueur des tiges et des racines durant 10 jours

2.3.Teneur en chlorophylles

Le dosage biochimique qui a été réalisé sur les feuilles des plantules donne les résultats qui sont résumés dans les figures 15:

2.3.1.Solvant Méthanol

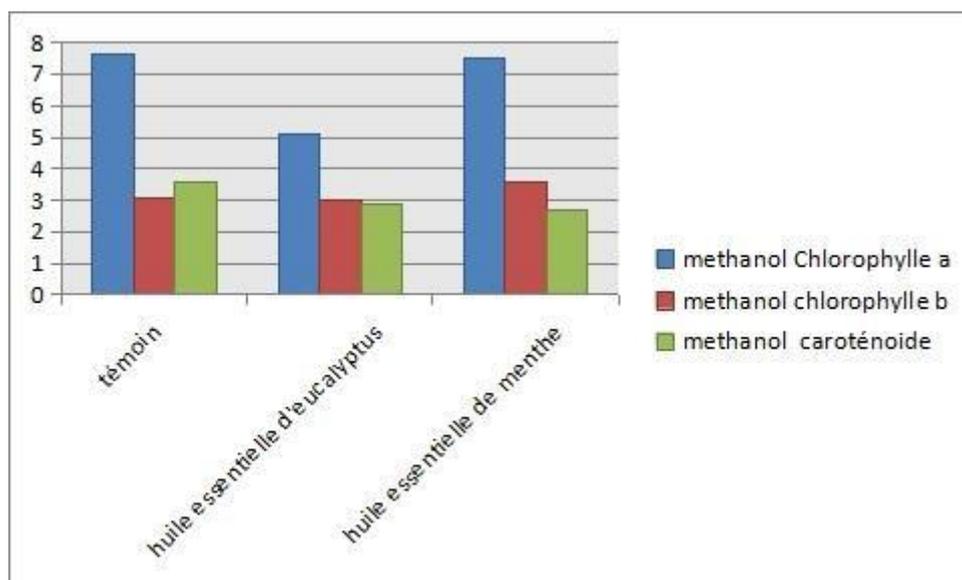


Figure 15 : teneur des chlorophylles a, b et caroténoïde traitées par le méthanol

La teneur de chlorophylle a dans ce solvant donne deux valeurs plus proches pour l'huile essentielle de la menthe et le témoin (7.53-7.63 $\mu\text{g/g}$) et une valeur plus moindre (5.11 $\mu\text{g/g}$) de l'huile essentielle d'eucalyptus.

Pour la chlorophylle b, les trois valeurs sont faibles pour le témoin. Les huiles essentielles d'eucalyptus et de la menthe montrent des résultats de 3.086 $\mu\text{g/g}$, 3.03 $\mu\text{g/g}$ et 3.58 $\mu\text{g/g}$ successivement.

Pour les caroténoïdes le meilleur résultat c'était pour le témoin 3.59 $\mu\text{g/g}$, l'huile essentielle d'eucalyptus et de la menthe donne des valeurs faibles que celle de témoin (2.87-2.66 $\mu\text{g/g}$).

2.3.2.Solvant acétone

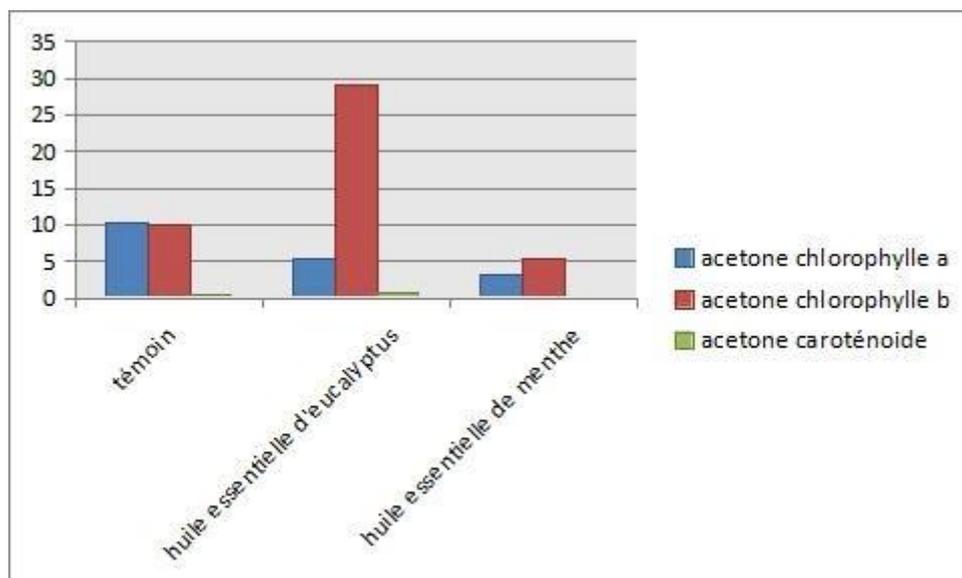


Figure 16 : teneur des chlorophylles a, b et caroténoïde traitées par l'acétone

Pour la chlorophylle a, les résultats obtenus montrent que la concentration dans témoin est la plus élevée $10.1 \mu\text{g/g}$. Alors que pour l'huile essentielle d'eucalyptus à une teneur moyen de $5.38 \mu\text{g/g}$ et l'huile essentielle de la menthe donne une valeur de $3.18 \mu\text{g/g}$.

La chlorophylle b représente un résultat important dans l'huile essentielle d'eucalyptus ($29.11 \mu\text{g/g}$), et avec un teneur de $10.01 \mu\text{g/g}$ pour le témoin et plus moins d'huile essentielle pour la menthe ($5.22 \mu\text{g/g}$).

Les caroténoïdes : pour ce solvant la teneur des caroténoïdes est très faible pour les deux huiles essentielles et le témoin, qui ne dépasse pas $1 \mu\text{g/g}$.

2.3.3.Solvant diethylethèr

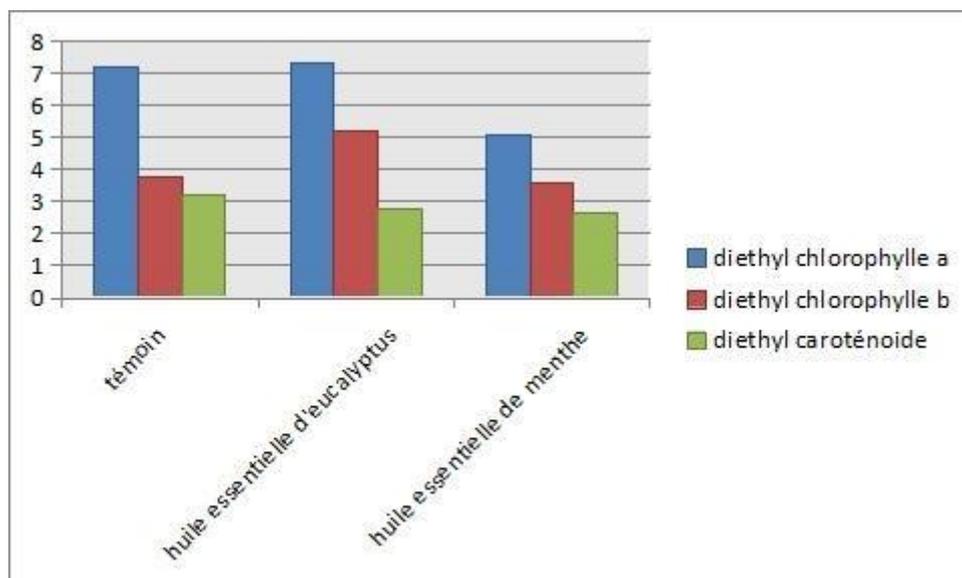


Figure 17 : teneur des chlorophylles a, b et caroténoïde traitées par le diethylethèr

La teneur en chlorophylle a est élevée pour l'huile essentielle d'eucalyptus et le témoin (7.34-7.23 $\mu\text{g/g}$ respectivement), avec une teneur moins pour l'huile essentielle de la menthe (5.09 $\mu\text{g/g}$).

La teneur en chlorophylle b est aussi élevée pour l'huile essentielle d'eucalyptus avec une valeur de 5.23 $\mu\text{g/g}$, et entre 3.59 et 3.76 $\mu\text{g/g}$ pour le témoin et l'huile essentielle de la menthe respectivement.

Pour la teneur des caroténoïdes c'était 2.8 et 2.65 $\mu\text{g/g}$ pour l'huile essentielle d'eucalyptus et de la menthe respectivement, et 3.21 $\mu\text{g/g}$ pour le témoin qui est plus élevée par rapport aux deux huiles essentielles.

D'après les résultats précédents le meilleur solvant afin d'obtenir une concentration élevée en chlorophylle a et b c'était l'acétone. Alors que, le méthanol pour une meilleur teneur en caroténoïde.

I. Discussion

Les résultats obtenus pour les caractéristiques organoleptiques des deux huiles essentielles sont semblables aux valeurs obtenus par certaines travaux sur les

mêmes huiles essentielles celles de **Cosentino et al., 1999, Mulyaningsih et al., 2010 et Khiari, 2018.**

L'aspect physique d'une huile essentielle dépend des produits qui la constituent, il peut paraître sous forme solide, liquide ou semi-solide, et est lié au pouvoir de dissolution de la matière végétale (**Tahari et Saadou, 2015**). Chaque plante est caractérisée par une odeur propre à elle, ceci est attribué aux substances volatiles contenues dans son huile essentielle. (**Hurtel, 2012**). Par ailleurs, la couleur d'une huile essentielle dépend des produits qui la composent. (**Tahari et Saadou, 2015**).

Les travaux réalisés par **Sulieman et al., 2011, Carlier-Loy , 2015 et Bardaweel et al. , 2018** ont montré que la densité à 20 C° des huiles essentielles est inférieure à 1 ce qui est similaire avec les résultats obtenus dans notre étude.

L'indice acide est le paramètre qui renseigne sur le taux des acides libres existant dans une l'huile essentielle, ce paramètre peut nous aider à savoir la qualité de notre produit. L'indice d'acide des deux huiles étudiées est faible, ce qui prouve que nos huiles essentielles sont stables et ne provoque pas une oxydation inquiétante, car l'huile essentielle en s'oxydant, se dégrade rapidement et provoque une augmentation de l'indice d'acide (**De Cliff et Harerimana, 2013**).

L'indice de réfraction renseigne sur la qualité de l'huile essentielle, il varie avec la teneur en monoterpènes et en dérivés oxygénés, une forte teneur en monoterpènes donnerait un indice élevé (**Kanko, 2014**). Les faibles valeurs obtenues, indique une faible réfraction de la lumière par l'huile essentielle, une preuve selon **AFNOR**

(**2000**), de la bonne qualité de cette dernière.

Les caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles peuvent être influencées par certains facteurs tels que les conditions édaphiques et climatiques ainsi que les conditions de culture des plantes (**Gildo, 2006**).

Un biostimulant est une substance organique lorsqu'elle est appliquée en petites quantités, améliore la croissance et le développement de la plante (**FEMC, 2012**). La majorité des travaux de recherches sur les biostimulants sont sur les extraits de macroalgues qu'ont été utilisés comme biostimulants agricoles (BA) (**FEMC, 2012**).

Les effets des extraits des plantes sur les semis peuvent être dus aux éléments nutritifs et les hormones de croissance qui ont augmenté la croissance des semis

(**El-moniem et Abd-allah, 2008**).

Bien que les engrais fournissent clairement les nutriments nécessaires à la croissance normale des plantes mais les régulateurs de croissance ou les hormones des plantes diffèrent principalement des engrais en plusieurs points :

- Modifient et gèrent la division cellulaire,
- Contrôle de l'élongation des racines et des pousses
- Régule le début de la floraison et d'autres fonctions métaboliques. (**Allen et**

al., 2001).

Les biostimulants d'origine végétal peuvent altérer l'état hormonal d'une plante et exercer une influence sur sa croissance. Les résultats obtenus sur cette thématique peuvent être dus aux effets biostimulants potentiels, tout comme les effets hormones de nature végétales, en améliorant l'activité hormonale l'approvisionnement direct en

hormones végétales (**El Bassion et al., 2010 ; Mady, 2009 ; Salle, 1973 ;**

Snedecor et Cochran, 1980). Les réactions des graines à l'extrait végétal ont été plus grandes que lorsque la cytokinine purifiée a été appliquée seule, elles ont été utilisées comme un régulateur de croissance sur les plantes (**Snedecor et Cochran, 1980**).

Le rôle important des biostimulants dans l'amélioration de la chlorophylle foliaire pourrait

être attribué à leur action sur l'augmentation de la disponibilité de l'eau et des minéraux que la teneur élevée en chlorophylle pourrait avoir résulté de la croissance accrue des plantes (Mady, 2009). L'extrait de Sargassum a été efficace pour améliorer la synthèse de la chlorophylle chez *Zea mays* et *Phaseolus mungo* (Homme et al., 1992).

Il a déjà été démontré que les biostimulants induisent des systèmes de défense photo protecteurs pendant de courtes périodes de sécheresse sévère (Santaniello et al., 2017) ou améliorent la teneur en chlorophylle des feuilles de plantes issues de différentes cultures économiques (Blunden et al., 1996).

La teneur en chlorophylle des plants de blé traités avec des oligosaccharides d'alginate à chaîne courte, l'un des principaux glucides observés dans les extraits des algues brunes, a également augmenté de manière significative pendant une période de déficit hydrique. (Liu et al., 2013)

Conclusion

Les biostimulants sont une alternative pertinente à explorer et à développer par les agriculteurs pour produire des aliments en quantité et en qualité tout en réduisant les apports chimiques d'engrais et de produits phytosanitaires nocifs pour les ressources naturelles, l'environnement, et la santé humaine. Et pour faire face aux problèmes d'érosion et de dégradation de la fertilité des sols.

Contenir des extraits d'algues, de végétaux, de minerais ou encore des micro-organismes, le tout censé favoriser la croissance des plantes.

L'application des huiles essentielles afin de stimuler la croissance des plantes dans des conditions normales est l'une des alternatives prometteuses visant à améliorer le développement et la qualité des cultures.

Cette présente investigation a permis d'en apprendre d'avantage sur les huiles essentielles et leurs capacité à stimuler la croissance des cultures.

On peut conclure à partir des résultats obtenus dans le cadre de ce travail que l'application des biostimulants à bases des huiles essentielles en quantités réduites a été menée par des changements sur plusieurs aspects physiologiques et métaboliques des graines de Radis germées. Donc la recherche de la concentration adéquate appliquée sera une nécessité.

En perspective, Toutes ces substances sont considérées comme respectueuses de l'environnement pour les pratiques d'agriculture biologique. Cependant, de nombreuses études approfondies sur cette tendance sont encore nécessaires pour découvrir de nouvelles substances. Enfin, les plantes et leurs extraits pourraient fournir une chance d'augmenter le pourcentage de culture dans des habitats difficiles et les tendances récentes pour atteindre le développement durable de l'agriculture.

Références bibliographiques

- **Abdelouahid D., ET Bekhechi C. (2010)** - Les huiles essentielles. Ed. Off. Pub. Univ Paris, 3-14 et 83-98.
- **Allen, V.G., Pond, K.R., Saker, K.E., Fontenot, J.P., Bagley, C.P., Ivy, R.L., Evans, R.R., Schmidt, R.E., Fike, J.H., Zhang, X., Ayad, J.Y., Brown, C.P., Miller, M.F., Montgomery, J.L., Mahan, J., Wester, D.B., Melton, C., 2001.** Tasco: Influence of a brown seaweed on antioxidants in forages and livestock- A review. J. Anim. Sci. 79, 21–31.
- **Auge, P. (1995).** Le bon jardinier. (153èmeed.). Encyclopédie Horticole, pp 1755-1756.
- **Baba Aissa F. (2000).** Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb, substances végétales d'Afrique, d'orient et d'occident. Edition: Librairie moderne – Rouiba: P101
- **Baudoux, D.** « Aroma News », Lettre d'information de N.A.R.D. : Natural Aromatherapy Research and Development, Belgique, 1997.
- **Bego, V. G. (1997).** Connaître l'essentiel sur les huiles essentielles. Paris : Jakin.
- **Bekhechi .C., 2008.** Analyse des huiles essentielles de quelques espèces aromatiques de la région de Tlemcen par CPG, CPG-SM et RMN 13 C et étude de leur pouvoir antibactérien. Thèse Doctorat. Univ. Tlemcen, 205 p.
- **Belaiche. (1979).** Traité de Phytothérapie et d'Aromathérapie .Tome I. Paris : L'aromathérapie Maloise S. A.
- **Belkou H., Beyoud F., Taleb bahmed Z. (2005)** - Approche de la composition biochimique de la menthe vert (menthe spicata L) dans la région de Ouargla, Mémoire DES, univ Ouargla pp 2,61.
- **Benayad N. (2008)** : Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche. Université Mohammed V — Agdal. Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair. Département de Chimie. Faculté des Sciences de Rabat. P 61.

- **Benkiki, N., 2006.** Etude phytochimique des plantes médicinales algérienne. Ruta montana, Matricaria pubescens et Hypericum perfoliatum. Thèse de Doctorat, Université Al-Hadj Lakhdar Batena, 112p.
- **Blaser, J., Rajoelina, G., Tsiza, G., Rajemison, M., Rabevohitra, R., Randrianjafy, H., Razafindranilana, N., Rakotovao, G., et Comtet, S. (1993).** Choix des essences pour la sylviculture à Madagascar. Akon'nyala,12, 116-145.
- **Blunden, G., Jenkins, T., Liu, Y.W., 1996.** Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. J. Appl. Phycol. 8, 535–543.
- **Bonneval, P. (1990).** Manuel pratique de l'herboriste. Saint Vincent : Présence.
- **Bouamer A .Bellaghit M.ET Mollay Amara. (2004)** - Etude comparative entre l'huile essentielle de la menthe vert et la menthe poivrée de la région de Ouargla ; Mémoire DES Unive. Ouargla, p 2-5 ; 10 ; 19 ; 21-22.
- **Boudjemaa N. E. et Ben Guegua H. (2010) :** L'effet antibactérien de Nigella sativa. Mémoire de fin d'études. Université Kasdi merbah — ouargla. Département des Sciences de la Nature et de la Vie. Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers.
- **Brahmi, F., Adjouad, A., Marongiu, B., Porcedda, S., Piras, A., Falconieri, D.,**
- **Bruneton J. (1999)** - Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants. Intercept
- **Bruneton, J. (1993).** Pharmacognosie-Phytochimie-Plantes médicinales. Paris : Technique& Documentation Lavoisier.
- **Buchbauer. G., & Jirovetz L., 1994.** Aromatherapy-Use of fragrances and essential oils as medicaments. Flavour and Fragrance J., 9, pp: 217-222.
- **Budavri, S.; O'Neil, M. J.; Smith, A.; Heckelman, P.E.; Kinneary, J.F.** The Merk Index-Twelfth edition, Whitehouse Station : Merk and Co, INC, 1996,2350.

- **Caldefie-Chézet. F., Fusillier C., Jarde .T., Laroye. H., Damez .M et Vasson M.P., 2006.** Potential anti-inflammatory effects of *Malaleuca alternifolia* essential oil on human peripheral blood leukocytes. *Phytotherapy Research*, Vol. 20, pp.364- 370.
- **Calderone N.W., Twilson W. and Spivak M., 1997.** Plant extracts used for control of the parasitic mites *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) in colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *J. Econ. Entomol.*, N° 90, pp. 1080-1086
- **Callen, G. (1995).** Le bon jardinier. (153èmed.). encyclopédie horticole, pp 2264-2274.
- **Calsamiglia S., Busquet M., Cardozo P.W., Castillejos L., Ferret A. (2007):** Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*. 90: 2580-2595.
- **Capo, M. ; Couilleau, V. ; Valnette, C.** (Chimie des couleurs et des odeurs ; cultures et techniques), 1990, 204.
- **Chiasson H., Beloin N. 2007.** Les huiles essentielles, des biopesticides «nouveau genre». *Bullet Soc Entomol Québec.*, 14(1): 3-6
- **Combrinck S., Du Plooy G W., Mccrindle R.I., Botha B.M. (2007) :** Morphology and Histochemistry of the Glandular Trichomes of *Lippia scaberrima* (Verbenaceae). *Annals of botany*. 99 (6): 1111-1119.
- **Cosentino S., Tuberoso CI., Pisano B., Satta M., Mascia V., Arzedi E., Palmas F.** In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian *Thymus* essential oils. *Letters in Applied Microbiology* 1999 ; 29(2): 103-105.
- **Daroui –Mokaddem Habiba.(2012).** Etude phytochique et biologique des especes *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Smyrnum olusatrum* (Apiaceae), *Asteriscus maritimus* ET *Chrysanthemum trifurcatum* (Asterarceae).THESE DE DOCTORAT EN BIOCHIMIE APPLIQUEE.UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA .pp 57.

- **DE Billerbeck.V. G., 2002.** Essais d'utilisation d'huiles essentielles en traitement de l'air, les contaminations biologiques des biens culturels, Muséum National d'histoire naturelle et éd. Scientifique et médicales, pp: 345-358.
 - **De Feo V., Bruno M., Tahiri B., Napolitano F. and Senatore F., 2003.** Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from *Thymus spinulosus* Ten (Lamiaceae). *J. Agric. Chem.*, N° 51, pp. 3849-3853
 - **Debuigne G, Couplan F.** Le petit larousse des plantes qui guérissent. Larousse. 2019. 1032 p.
 - **Degryse, A.C.; Delpla, I.; Voinier, M.A.** « Atelier Santé Environnement, Risques et bénéfices des huiles essentielles », IGS. EHESP. 2008.
 - **Du Jardin P., 2015.** Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196, p. 3-14.
 - **Duerbeck, K. (1996).** The distillation of essential oil, Manufacturing and plant construction handbook. Eschborn: Potrade.
 - **EBIC, (2014).** European Biostimulants Industry Council:
<http://www.biostimulants.eu>.
 - **El Moniem et Abd, Abd-Allah ASE. 2008.** Effect of green alga cells extract as foliar spray on vegetative growth, yield and berries quality of superior grapevinesEA *J. Amer. Eur. Agric. and Environ. Sci* 4 (4), 427-433
 - **El-bassion y, A .M. Z. F. Fawzy, M. M. H. Abdel-baky, R. M. Asmaa, 2010.**
Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application.
J. Agric. and Biol. Sci. Res., 6(2),169-175
 - **El-Lakany A., Abdel-Kader M.S., Hammouda H.M., Ghazy N.M., Mahmoud Z.F. (1997) :** A new flavones glycoside with antimicronial activity from *Carduus pycnocephalus L.* *pharmazie*.52P.78679.
 - **Elmore and L. Metheven (Eds.),** Flavour Development, Analysis and Perception in Food Beverages (pp. 3-30). United Kingdom, Cambridge: Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition.
 - **Faessel L. et Tostivint C., 2016 –** Les produits de stimulations en agriculture : un état des connaissances. *NESE*, 40 : 7-39.
- Faessel L., Gomy C., Nassr N., Tostivint C., Hipper C., Dechanteloup A., 2014 -**

Produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes. Étude des connaissances disponibles et recommandations stratégiques, rapport d'étude au ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 148 p.

- **Fay O., Lo M., Gaye O. (1997):** Connaissances et circuits thérapeutiques relatifs au paludisme en zone rurale Sénégalaise. Médecine tropicale ; 57 : 161-164.
- **FEMC 2012.** (Formerly the VERMONT MONITORING COOPERATIVE)
<https://www.uvm.edu/femc/>*
- **D.,Figueredo G., et Chalchat J.C.** Activités antimicrobiennes des huiles essentielles de Eucalyptus citriodora Hook et Eucalyptus houseana W.Fitzg. ex Maiden. Int. J. Biol. Chem.Sci. 7(2): 800-804, ISSN 1991-863
- **Foudi C Y.1991** - Etude comparative des huiles essentielles algériennes
- **Franchomme, P. et Penoel, D. (1995).** L'aromathérapie exactement. Limoges : Roger Jollois.
- **Francis, E H, Forsyth, I H, Read, W A and Armstrong, M. 1970.** The geology of the Stirling district. Memoir of the Geological Survey of Great Britain, Sheet 39
- **Fraval,(2005).** Le Longicorne de l'eucalyptus -1ère partie.Insectes 4 n° 139
- **Gakuru. S. Et Foua-Bi K. 1996.** Effet d'extraits de plantes sur le bruché du niébé *Coltosobructius maculatus* Fab. Et le charançon du riz *Sitophilus orizae* L. Cahiers Agriculture; vol. 5. T 1, pp.39-42
- **Garnon P. (1991) :** 3^{ème} rencontres techniques et économiques : plantes aromatiques et médicinales Nyons 2-3-4 Décembre, pp. 216-231.
- **Ghedira K.,Goetz P.,Le jeune R.(2008) :** Eucalyptus globulus labill,monographie médicalisé Phytothérapie 6 :197-20
- **Gildo P, 2006,** Précis de phytothérapie
- **GL Kauffman , DP Kneivel , TL Watschke** Effets d'un biostimulant sur la tolérance à la chaleur associée à la capacité photosynthétique, à la thermostabilité membranaire et à la production de polyphénols du ray-grass vivace Culture Sci. , 47 (2007), p. 261 - 267
- **Goetz P.,Ghedira K.(2012).** Phytothérapie infectieuse, Springer Verlag, France , Paris, P 272

- **Guignard, J. L.** (Biochimie végétale), Maisson, Paris, 2000, 166.
 - **H.L.Chakravarty**-Plant wealth of IRAQ- Edition SREE SARASWATY PRRESS, India, pp359.1976
- Hantamalala, E. (1995).** Contribution à l'étude chimique des huiles essentielles des familles de Tambourissarotc, dr Tambourissathouvenotii et de Tambourissatricophylla (Monimiaceae) espèces : endémique de Madagascar. Les composés flavonoiques des feuilles de Tambourissathouvenotii (mémoire de DEA). Université d'Antananarivo, Madagascar.
- **Harley R. M., 1972.** Notes on the genus *Mentha* (Labiatae). Botanical Journal of the Linnean Society 65: 250-253.
 - **Hayes, J. R., Stavanja, M. S. and Lawrence, B. M., 2006.** *Mentha*: Biological and toxicological properties of mint oils and their major isolates: safety assessment. In B.M.
 - **Hellal Z.** Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Applicationsur la sardine (*Sardina pilchardus*), Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammeri deTizi-Ouzou, 2011.
 - **Homme P.M, Gonzalez B, Billard, J. 1992.** Carbohydrate content, frutane and sucrose enzyme activities in roots, stubble and leaves of rye grass (*Lolium perenne* L.) as affected by sources/link modification after cutting. *J.Plant Physiol.*, 140,282-291.
 - **Hori. M, 1999.** Antifeeding settling inhibitory and toxic activities of labiate essential oils against the green peach aphid, *M.persicae* (Sulzer). (Homoptera: Aphididae). *Appl Entomol Zool.*, 34(1): 113-118.
 - **Hurtel J.M, 2012,** (consultée le 28 MAI 2022), Menthe (*Mentha spicata*), disponible sur www.phytomoniam.com
 - **Ikrina M.A., Kolbin A.M., 2004.** Regulators of Plant Growth and Development, Vol.1, Stimulants. Moscow: Chimia.
 - **Imdorfa., Bogdanov S., Ochoa R.I. et Calderone N.M., 1999 .**Utilisation des huiles essentielles dans la lutte contre *Varroa jacobsoni*, parasite des colonies d'abeilles. Centre Suisse de recherche apicole, Dept. Entom., Cornell University Ithaca, USA, 4p.

- **Isman M. (2006).** Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and agriculture and an increasingly regulated world. *Ann Rev Entomol.*, 51: 45-66.
- **Jisha, K., Vijayakumari, K., and Puthur, J. T. (2013).** Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. *Acta Physiol. Plant.* 35, 1381–1396. doi: 10.1007/s11738-012-1186-5
- **Karray-Bouraoui N., Rabhi M., Baldan B., Ranieri A., Marzouk B. (2009) :** Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of *Mentha pulegium*. *Industrial Corps and products.* 30: 338-343.
- **Kassimi A., El Watik L., Moumni M. 2011.** Action insecticide de certaines huiles essentielles et végétales. *Afr sci.*, 7(2) , 95-93.
- **Khenaka K. (2011) :** Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogénèse ruminale chez l’ovin. *Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Département de Biochimie et de Microbiologie.* p 81.
- **Khiari M, 2018,** Etude de l’effet de *Mentha* et *Pistacia* sur la toxicité du Nickel. *Thèse dedoctorat, université d’Annaba,* 167p.
- **Kim, J., Marshll, M.R., Wei, C, 1995.** Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens. *J. Agric.Food Chem.* 43
- **Koh K.J., Pearce A.L., Marshman G., Finlay-Jones J.J., Hart P.H., 2002.** Tea tree oil reduces histamine-induced skin inflammation, *British Journal of Dermatology*, N°. 147, pp. 1212 - 1217.
- **Landsdown, R.V. (2014).** *Mentha spicata*. The IUCN Red List of Threatened species. “www.iucnredlist.org”.
- **Lawrence B.M.,** cinnamon oil, In : *progress in Essential Oils, perfume. Flavor.*, 1994, 19, 59-60.
- **Laznik Ž., Cunja V., Kač M., Trdan S. 2010.** Efficacy of three natural substances against apple aphid (*Aphis pomi* De Geer, Aphididae, Homoptera) under laboratory conditions. *Acta Agric Slov.*, 97(1): 19-23.
- **Liu, H.; Chen, X.; Song, L.; Li, K.; Zhang, X.; Liu, S.; Qin, Y.; Li, P.** Polysaccharides from *Grateloupia filicina* enhance tolerance of rice seeds (*Oryza sativa* L.) under salt stress. *Int. J. Biol. Macromol.* 2019, 124, 1197– 1204.
- **M.Mahboubi-Menthaspicata L.** essential oil, phytochemistry and its

effectiveness in flatulence-Journal of Traditional and Complementary Medicine, Iran.28 septembre2018.

- **Mady M. A., 2009.** Effect of foliar application with yeast extract and zink on fruit setting Faba bean (*Vicia faba* L). *J. Biol. Chem. Environ. Sci.*, 4(2), 109-127.
- **Mahadevan .J., 1982.** Biochemical aspects of plant disease resistance, Part I:Performed inhibitory substances. Today and Tomorrow Printers and Publishers, New Delhi, India, pp: 425-431.
- **Maruyama .N, Sekimoto Net Ishibashi .H., 2005.** Suppression of neutrophil accumulation in mice by cutaneous application of geranium essential oil. *Journal of inflammation*, Vol. 2, pp. 1- 11.
- **Mejholm .O., Dalgaard P., 2002.** Antimicrobial effects of essential oils on the sea foods poilage microorganism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products, *Letters in Applied Microbiology*, 34, pp : 27-31.
- **Moon, H.K., Hong, S.P., Smets, E. and Huysmans, S. (2009).** Micrmorphology and character Evolution of Nutlets in Tribe Menthae (Nepetoideae, Lamiaceae). *Systematic Botany*, 34(4): 760-776.
- **Morton J. K., 1956.** The chromosome numbers of the British Menthae. *Watsonia* 3:244-252
- **Mulyaningsih S ; Frank S; Zimmermann S ; Jürgen Reichling ; Michael W (2010)** -Synergistic properties of the terpenoids aromadendrene and 1 , 8- cineole from the Essential oil of *Eucalyptus globulus* against antibiotic- susceptible and antibioticresistant pathogens. *Phytomedicine*, 17(13):1061 -1066.
- **Nuto . Y. 1995.** Synergistic action of co-occurring toxins in the root bark of *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) against the cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae).Thesis ofPh.D.S.U.N.Y. Syracuse, New York, 107p
- **Paradiković, N., Teklić, T., Zeljković, S., Lisjak, M., et Špoljarević, M. (2019).** Biostimulants research in some horticultural plant species A review. *Food and Energy Security*. 8 (2), e00162. doi:<https://doi.org/10.1002/fes3.162>
- **Parker, J. K., (2015).** Introduction to aroma compounds in food. In J. K.Parker, J. S.
- **Pibiri M. C., & Seigniez .C., 2001.** Assainissement microbologique de l'air des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles et leurs effets sur le bienetre des occupants, CISBAT, Lausanne, LESO, EPFL.

- **Posmyk, M. M., and Janas, K. M. (2007).** Effect of seed hydropriming in presence of exogenous proline on chilling injury limitation in *Vigna radiata* L. seedlings. *Acta Physiol. Plant.* 29, 509–517. doi: 10.1007/s11738-007-0061-2.
- **Posmyk, M. M., Kuran, H., Marciniak, K., and Janas, K. M. (2008).** Pre-sowing seed treatment with melatonin protects red cabbage seedlings against toxic copper ion concentrations. *J. Pineal Res.* 45, 24–31. doi: 10.1111/j.1600-079X.2007.00552.x.
- **Posmyk, M. M., Kontek, R., and Janas, K. M. (2009).** Exogenous applied red cabbage anthocyanin extract alleviates copper-induced cytological disturbances in plant tissue and human lymphocytes. *Biometals* 22, 479–490. doi: 10.1007/s10534-009-9205-8.
- **Posmyk MM and Katarzyna K., (2016).** Biostimulators: A New Trend towards Solving an Old Problem. p, 3.
- **Posmyk MM and Szafranska K., (2016).** Biostimulators: A New Trend towards Solving an Old Problem. p, 3.
- **Raharijaona, O. T. (2004).** Situation et perspective de la filière huiles essentielles à Madagascar (mémoire de CAPEN). Université d'Antananarivo, Madagascar.
- **Sandra, P et Bicchi, C. (1987).** Capillary gas chromatography in essential oil analysis. New York: Hueting.
- **Santaniello A, Andrea Scartazza, Francesco Gresta, Elena Loreti, Alessandro Biasone, Donatella Di Tommaso, Alberto Piaggese, Pierdomenico Perata.** Ascophyllum nodosum seaweed extract alleviates drought stress in Arabidopsis by affecting photosynthetic performance and related gene expression *Frontiers in plant science* 8, 1362, 2017
- **Shaaya E., Kostjukovski M., Eilberg J. & Sukprakarn C. 1997.** Plants oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 33 (1) : 7-15.
- **Sharkay, T. D. et Sunsun, Y.** *Ann. Rev. Plant physiol. Plant Mol. Biol.* 2001, 52, 407-436.
- **Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. (1980).** *Statistical methods*. 7th ed. Iowa State Univ. Press., Ames., Iowa, U.S.A.
- **Steen, R. (1993).** *L'industrie des arômes et huiles essentielles*. Paris : Onudt.
- **Tahari B., Saadou Z, 2015,** Détermination des propriétés organoleptiques et physicochimiques des huiles essentielles : *Rosmarinus officinalis, Origanum*

majorana, *Mentha pulegium* (Lamiacées). *Mémoire de Master, Université de Khemis-Miliana*, 110p

- **Tapondjou L.A., Adler C., Bouda H. and Fontem D. A. 2002.** Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as postharvest grain protectants against six-stored product beetles. *Journal of stored products research*, vol.38, issue 4, pp. 395-402.
- **Tedonkeng P.E., Amvam Zollo P.H., Tendonkeng F., Kana J.R., Fongang M.D. et Tapondjou L.A., 2004.** Composition chimique et effet acaricide des huiles essentielles des feuilles de *Chromolaena odorata* L. King et Robins, et d'*Eucalyptus saligna* Smith, sur les tiques *Rhipicephalus innulatus* Neumann de la chèvre naine de Guinée dans l'Ouet-Cameroun. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 16, n°9, pp. 1-7.
- **Tesche, S., Metternich, F., (2008).** The value of herbal medicines in the treatment of acute non-purulent rhinosinusitis. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 1265 (11):1355-1359.
- **Tierto-Niber B., Hellenius J., Varis A.L, 1992 .**Toxicity of plant ex tracts tothree storage beetles (Coleoptera). *J. Appl. Ent.* N° 113, pp.202-208 .
- **Tomova, B.S., Waterhouse J.S., Doberski J. 2005.** The effect of fractionated targets oil volatiles on aphid reproduction. *Entomol Exp Appl.*, 115: 153-159.
- **Torre L.A., Battaglia V., Caradonia F., 2016.** An overview of the current plant biostimulant legislations in different European Member States. *J.Sci.Food Agric.* 96,727–734.doi:10.1002/jsfa.7358.
- **Traore N., Sidibe L., Bouare S., Harama D., Somboro A., Fofana B., Diallo**
- **Turker, A.U. and Camper, N.D. (2002)** Biological Activity of Common Mullein, a Medicinal Plant. *Journal of Ethnopharmacology*, 82, 117-125.
- **Wilson C.L., Solar J.M., El Ghaout A. and Wisniewski M.E., 1997 .**Rapid evaluation ofplant extracts and essential oil for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Dis.*, N° 81, pp. 204-210.
- **Yahyaoui N. (2005)** - Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de *Mentha Spicata* L sur *Rhyzoperlhu dominicu* (F.) (Coleoptera, Bostrychidae) et *Triboium confusm* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae).Thèse de Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach.

- **Yakhin O.I., Lubyantsev A.A., Yakhin I.A., Brown P.H., 2017.** Biostimulants in Plant Science: A global Perspective. *Frontiers in Plant Science* 7, p.1-32.
- **Yalaoui-Guellal, D., Elsebai, M-F., Madani, K., Chibane, M., 2016.a** Chemical composition and in vitro antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities of the essential oils of *Mentha pulegium* L. and *Mentha rotundifolia* (L.) Huds growing in Algeria. *Ind.Crops.Prod.*88, 96-105.

Sites internet :

- <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01362>
- <https://images.app.goo.gl/VwiL4QcGbC2DJZrC7>
- <https://www.meillandrichardier.com/menthe-marocaine-ou-mentha-spicata-nanah.html>

Annexes

Tableau 8: taux de germination des graines de Radis durant 10 jours.

		menthe		eucalyptus		témoin
	concentration	1	10	1	10	
Jours	1	12	6	26	7	14
	2	50	6	77	11	48
	3	50	6	84	15	54
	4	50	0	89	16	55
	5	50		89	18	55
	6	50		89	18	55
	7	0		90	19	55
	8			91	19	55
	9			91	19	55
	10			92	19	55

Tableau 9: la longueur des tiges pour 3^{ème} jour, 5^{ème} jour, 7^{ème} jour et 10^{ème} jour dutémoin.

les jours	3ème jour			5ème jour			7ème jour			10ème jour		
répétition	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	1	1,5	1,5	2,5	3	3,5	6	8	6	3,5	5,5	6,5
	1	1	0,5	3,5	5,2	4,2	4	5,5	4,5	8	4,5	5
	1,2	1	1	3,2	2,4	2,3	6,5	5	3,2	5	3,5	5
	1,1	0,3	0,8	3,5	2	1,8	3	3	2	3	4	4
	1,5	1	1,5	2,8	3,2	2,5	4	5,5	3	5	6	4
	1,2	1	1,2	3,1	1,5	2,2	3	3,5	2,5	3,5	3,5	2,5
	1,5	1,2	1,3	2	3	1,3	5,5	3,5	3	5,5	2,5	3
	1,8	0,8	0,9	4,5	3	2	4	1,5	3,5	4	4	4
	1	1	0,7	2,5	0,8	1,9	2	4,5	2	6	3,5	2
	1,5	1,5	1,5	2,8	0,3	3,5	2,5	2	5,2	3,5	3	3
	1	1,2	1	2,5	0,9	2	4	5	3	3,5	2,5	3
	1,1	1	1	3	0,7	1,9	2,5	3,5	2,5	2	4	2
	1,2	0,5		2,2	1,7	2,2	3	3	2,8	3	3	3
	1,4	1		2,5	0,7	2	4	1	3	1	5,5	3
	1,1	1,3		2	0,8	1,5	2	1	2	1,5	2,5	3
	2	1		2	3	1	3,5	1	1,5	1	2	2,5
	0,8	1		4	2		3,5	1,5	1,5	0,5	1,2	1,5
	1	1,5		1,5			3,2			2		
		0,5					1			0,5		
		1										

Tableau 10: la longueur des racines pour 3^{ème} jour, 5^{ème} jour, 7^{ème} jour et 10^{ème} jour du témoin.

les jours répétition	3 ^{ème} jour			5 ^{ème} jour			7 ^{ème} jour			10 ^{ème} jour		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	5	1,5	2	3	3,5	7	5	4	1,5	3,5	7,5	1
	4,5	1,8	0,3	6	4,8	1,9	1,8	5	8	4	2	8
	4	2	0,8	4,5	3,2	2,8	7	5,5	1,9	7	3,8	7
	2,1	0,5	0,5	3,3	2,4	6,9	3	2	2	2	2	6
	2	2	1	4,8	3	3	5	7	6	4	8	8
	2,1	1,5	1	3	2	6,5	5	3	8	1	4	6
	3	3	1	2	4	5	3,5	3,2	6	3,5	5,5	7,5
	2	2	1	5,5	4,2	1,6	8	1	6	1,5	4	7
	2,4	1,5	1	3,5	0,5	3	1	1	2	5	3	1
	3,8	4	1,5	1,9	0,3	5,9	6,8	0,5	8	2	5	2
	2	1,8	1	4,5	0,2	2,5	2	6	0,5	3	2	2
	4,3	2	1	7	0,1	3,3	2	1,5	8	0,1	4	1
	2,3	0,5	1	4,5	0,1	1	2	2	9	0,1	5	1,5
	2,2	1	0,5	7,1	0,1	2	3,5	1	2	0,1	4	9
	2,1	1,5	0,1	2	0,6	0,1	1,5	1	0,5	0,2	1,5	0,1
	3	1,8	0,1	3,3	2	0,5	6	0,5	0,3	0,1	2	0,5
	1,5	1,5		4,5	0,3	0,4	4	1,5	0,5	0,1	6	1
	1	2		2	1		5,5	1	0,8	0,1	1	0,3
	0,4	1		0,5	1		1	1	0,6		0,5	0,4
		0,5			2							

Tableau 11: la longueur des tiges pour 3^{ème} jour, 5^{ème} jour, 7^{ème} jour et 10^{ème} jour dul'huile essentielle de *Mentha spicata*.

3ème jour	0,25			0,5			0,75		
concentration	1	2	3	1	2	3	1	2	3
répétition				1					
				0,2					
				0,5					
5ème jour									
concentration	0,25			0,5			0,75		
répétition	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	2,1			1,5			0,3		
				1,5					
				1,2					
				1,1					
				1					
				1					
				0,5					
				1,5					
7ème jour									
concentration	0,25			0,5			0,75		
répétition	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	2,5			3,2			2		
				3,5			1,8		
				4,5			1,5		
				1,5			2		
				4					
				1,8					
				3					
				2,5					
				1,5					
				2					
				1					

				1,5					
10ème jour									
concentration	0,25			0,5			0,75		
Répétition	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	3,2			4,5			3,5	1	
				5			2		
				4,5			3		
				4			2		
				2					
				4					
				4,5					
				2,5					
				1					
				3					
				2					
				1					
				1					

Tableau 12: la longueur des racines pour 3^{ème} jour, 5^{ème} jour, 7^{ème} jour et 10^{ème} jourdu l'huile essentielle de *Mentha spicata*.

3ème jour									
concentration	0,25			0,5			0,75		
Répétition	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	0,5			1,5			0,5	0,1	
				0,5			0,5		
				0,8			0,4		
				0,4			0,1		
				0,1					
				0,1					
				0,1					

5ème jour									
concentration	0,25			0,5			0,75		
Répétition	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	0,1			2			0,8	0,9	
	0,1			1,5			1	0,9	
	1			1			0,3	1	
				3			0,4	0,1	
				1,8			0,1		
				0,5			0,1		
				0,7					
				1					
				0,5					
				0,7					
				0,1					
				0,1					
7ème jour									
concentration	0,25			0,5			0,75		
Répétition	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	0,1			4			2	0,9	
	0,2			4,5			1	0,5	
	1,5			1			1	0,4	
				0,5			1	0,1	
				2			0,1		
				1			0,2		
				3					
				3					
				2,5					
				1					
				1					
				0,5					
				1					
10ème jour									
concentration	0,25			0,5			0,75		
Répétition	1	2	3	1	2	3	1	2	3

	2		4		4	0,1	0,5
	0,1		5		2,4	0,5	
	0,2		3,2		1	0,3	
			1		1	0,2	
			2		1	0,1	
			1		0,1		
			3				
			3				
			0,5				
			1				
			0,5				
			0,5				
			0,5				
			0,2				
			0,3				

Tableau 13: la longueur des tiges pour 3^{ème} jour, 5^{ème} jour, 7^{ème} jour et 10^{ème} jour dul'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*.

Eucalyptus 3ème jour									
Concentration	0.25			0.5			0.75		
Répétition	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	0.3		0.2	0.1	0.2	0.2	1	0.3	0.6
	0.2		0.1	0.2	0.1		0.8	0.2	0.4
	0.4		0.1		0.1		0.7	0.1	0.5
	0.5						0.7	0.4	0.7
	0.5						0.3	0.4	0.7
	0.3						0.4	0.4	0.6
	0.2						0.3	0.3	0.7
	0.2						0.5	0.2	0.3
	0.4						0.2	0.3	0.7
	0.3						0.3	0.1	0.3
	0.3							0.3	0.2
	0.2							0.3	0.2
	0.2								0.3
									0.3
Eucalyptus 5ème jour									
concentration	0.25			0.5			0.75		
répétition	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.6
	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2		0.2	0.3	0.3
	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1		0.4	0.3	0.7
	0.3	0.1					0.3	0.2	0.4
	0.4	0.2					0.2	0.3	0.4
	0.2						0.2	0.2	0.4
	0.6						0.2	0.4	0.3
	0.5						0.4	0.3	1
	0.6						0.5	0.3	0.9
	0.5						0.4	0.1	0.7
	0.3						0.2		0.2
	0.4								0.5
	0.5								0.6
									0.3
									0.2

Eucalyptus 10ème jour									
concentration	0.25			0.5			0.75		
répétition	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	2						0.7		
	1.5						0.4		
	1						0.6		
	1						0.3		
	0.8						0.3		
	0.4						0.2		
	1						0.4		
	0.5						0.1		
	1.2						0.4		
	0.3						0.2		
	0.5						0.1		
	0.2								

Tableau 14: la longueur des racines pour 3^{ème} jour, 5^{ème} jour, 7^{ème} jour et 10^{ème} jour de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*.

Eucalyptus 3ème jour									
concentration	0.25			0.5			0.75		
répétition	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	1	0.3	0.3	0.2	0.3	0.6	0.5	0.5	0.7
	0.7	0.2	0.3	0.2	0.1	0.3	0.5	0.3	0.8
	0.7	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.8
	0.4	0.2	0.1	0.3	0.1	0.3	0.6	0.7	1
	0.7	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.5	0.5	1.1
	0.6	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.4	0.6	0.9
	0.3	0.3	0.2	0.4	0.3	0.2	0.9	0.5	0.6
	0.4	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.7

		0.5	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	0.6	0.6	0.9
		0.5	0.1	0.1		0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
		0.7	0.2	0.1		0.2	0.1	0.4	0.4	0.2
		0.4		0.2		0.1	0.2	0.2	0.3	0.3
		0.3					0.2	0.3	0.4	0.6
		0.1					0.2	0.1	0.2	0.3
									0.2	0.2
										0.3
Eucalyptus 5ème jour										
concentration		0.25			0.5			0.75		
répétition		1	2	3	1	2	3	1	2	3
		1	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	1
		0.2	0.1	0.2	0.4	0.5	0.1	0.2	0.3	1.5
		0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.6
		0.4	0.2	0.2	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	1.1
		0.8	0.3	0.2	0.2	0.4	0.1	0.7	0.5	1.1
		0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.1	0.4	1.7
		1.3	0.1	0.3	0.3	0.2	0.4	0.6	0.7	1
		1	0.2	0.2	0.4	0.4	0.3	0.1	0.7	0.4
		0.7	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.4	0.2	1.7
		0.8	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.8	1
		0.6	0.3	0.2	0.2	0.1		0.3	0.6	0.5
		0.7	0.2	0.1				0.7	0.4	1
		1	0.1	0.2				0.8	0.3	1.

										1
		0.4	0.1					1	0.1	0.9
		0.2	0.1					0.6		0.4
			0.2					0.3		0.2
										0.3
Eucalyptus 7ème jour										
concentration		0.25			0.5			0.75		
répétition		1	2	3	1	2	3	1	2	3
		0.7	0.3	0.5	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3
		1.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.2	0.4	0.4
		0.9	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	0.3	0.8
		1	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.6	0.4	1
		1	0.4	0.2	0.1	0.3	0.1	0.8	0.3	1
		0.9	0.2	0.4	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.6
		0.8	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2	
		0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	0.1	
		0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.7	0.2	
		0.4	0.3			0.3	0.1	0.2		
		0.2						0.9		
		0.1						0.2		
								0.3		
								0.1		
Eucalyptus 10ème jour										
concentration		0.25			0.5			0.75		
répétition		1	2	3	1	2	3	1	2	3
		1.3						1		
		1.2						1		
		1						1		
		1.4						0.6		
		1						0.6		
		0.9						0.3		
		1						1		
		1						0.3		

	1.1					0.3		
	0.5					0.2		
	1					0.3		
	0.4					0.3		
	0.2					0.4		
	0.1					0.3		
						0.2		
						0.2		



Figure 18 : les 3 solvants utilisés ;
méthanol,acétone et diéthylethèr



Figure 19: stérilisation par l'autoclave



Figure 20: les 3 concentrations différentes d'huiles essentielles



Figure 21 : taux de germination du témoin



Figure 22 : taux de germination de l'huile de la menthe



Figure 23: taux de germination de l'huile d'eucalyptus