

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Génétique Moléculaire et Amélioration des Plantes

Présenté par :

- ADDA HADJER

- BOUKEUR SAMIRA

Thème

*Contribution à l'étude de l'activité antifongique
Des huiles essentielles des plantes médicinales cas
De thymus vulgaris.L*

Soutenu publiquement le 12 /11/2020

Jury:

Président : Mme SOUALMI N.

Encadrant : M. AZZAOUI M.E.S.

Co-encadrant : M. BOUBEKEUR M.A

Examineur : M. BOUFARES K.

Grade

M.A.A

M.C.A

M.A.A

M.C.B

Année universitaire 2019-2020



Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et le tout miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail


*En second lieu, Nous tenons à remercier très chaleureusement notre Encadreur **Mr.AZZAOUI, M** et Co promoteur **Mr.BOUBKEUR.A.A** pour ces précieux conseils et son aide durant toute la période du travail*

Nos vifs remerciements vont également adressés aux me membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichie par leurs propositions

Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants impliqués dans notre fermal durant les scinque années des études

Ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'intervention, consciente, d'un grand nombre de personnes en particulier le personnel excercant département et à la bibliothèque de la faculté SNV

Enfin, Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicace

*Avec l'aide de bon Dieu, j'ai pu réaliser ce
modeste travail dédié A*

*Mes parents qui m'ont permis de continuer mes
études dans les meilleures conditions, pour leurs
sacrifices et leurs soutiens*

Mes frères et Ma sœur Siham

Toute ma famille et Mes amis

Nour Al Houda, Fatiha et Fatima

Mon binôme Hadjer et sa Famille

*Toute la promotion de Génétique moléculaire et
Amélioration des plantes 2019/2020.*

Samira

Dédicace

*Avant tout, je dois rendre grâce à dieu de m'avoir
donné le courage de terminer ce travail*

Je dédie ce modeste travail :

*A celle qui a été toujours la source d'inspiration et
courage ma mère*

*A celui qui a inséré le gout de la vie et le sens de la
responsabilité mon père*

A mon cher mari Hamza

A mon petit ange Farouk Mohamed

A mes chères sœurs et A mes frères

A tout la famille ADDA

A mes amies proches

Particulièrement ma copine BOUKEUR Samira

*A toute la promotion de Génétique moléculaire et
Amélioration des plantes 2019/2020.*

Adda

ملخص

الزعر (Thym) هو نبات عطري يتواجد في البحر المتوسط خاصة بالجزائر يستعمل في علاج الامراض الفطرية التي تسببها الفطريات بفضل نشاطه البيولوجي مثل النشاط ضد الفطري.

الهدف من عملنا هو مقارنة نتائج المتحصل عليها لمؤلفين آخرين من مناطق مختلفة, الدراسات تتمحور حول دراسة مردود الزيت العطري لنبته الزعر, التراكيب الكيميائية والنشاط ضد الفطري.

زيت الاساسي لنبته الزعر لولاية تلمسان اعطت مردودا كبيرا قيمته 4% عكس زيت الاساسي لنبته الزعر لولاية عين الدفلة حيث اعطى مردودا ضعيف جدا قيمته 0.96%. اما استخراج الزيت الاساسي للزعر لولاية تيارت مستغانم و البليدة فقد منح مردودا متقاربا بقيمة 2%.

اثبتت التركيبة الكيميائية للزيت الاساسي لنبته الزعر انه غني ب Thymol في ولاية تلمسان و مستغانم قيمتهما 67.3% و 59% . من جهة اخرى ولاية شلف غني اكثر ب α -Cymene قيمته 46.62% و تليه ولاية الجلفة 20.04%.

فعالية مستخلص نبتة الزعر للتركيزات المختلفة على بعض الفطريات اعطى تثبيط كبير حيث كلما كان تركيز الزيت الاساسي كبير فان النشاط ضد الفطري يتزايد.

الكلمات المفتاحية : Thymus vulgaris, الزيت الاساسي, Thymol, النشاط ضد الفطري, Aromatogramme,

Résumé

Le thym est une plante aromatique répandue dans la bassin méditerranéen et spécialement en Algérie, très utilisé pour traiter les maladies fongiques causées par les champignons grâce à ses activités biologiques tel que l'activité antifongique.

L'étude est basée sur la comparaison des résultats obtenus par différents travaux. Les paramètres retenus pour l'étude comparative sont le rendement, la composition chimique des éléments majeurs et l'activité antifongique.

Les populations de thym de Tlemcen ont donné un rendement de 4 %, le plus élevé en huiles essentielles. Par contre les populations d'Ain Défila ont marqué le plus faible rendement de l'ordre de 0.96%. L'extraction des huiles essentielles des populations de Tiaret, Mostaganem et Blida présente des rendements similaires de l'ordre de 2%.

Concernant l'analyse des compositions chimiques de l'huile a montré que le composé majoritaire est le thymol des populations de Tlemcen de Mostaganem avec un pourcentage respectivement de 67.3 % et 59 %. D'autre part, le p-Cymene est le composé majoritaire du thym de la région de Chlef avec un pourcentage de 46.62 % et celui de Djelfa est de l'ordre de 20.04%.

L'efficacité de l'extrait végétal de *thymus vulgaris* pour différentes concentrations sur certains champignons donné un d'inhibition élevé dont l'activité antifongique est augmenté à mesuré que la concentration d'huile essentielle est plus élevé.

Mots clés : *Thymus vulgaris*, Huile essentielle, thymol, Activité antifongique, Aromatogramme.

Abstract

Thyme is an aromatic plant widespread in the méditerranéan bassin and especially in Algéria widely to treat fungal diseases caused by fungi to its biological activities such as antifungal activity.

The study is based on the comparison of the results obtained by différent works, the paramétre retained for the comparative study are the yied, the chemical composition of the major éléments and the antifungal activity.

Tlemcen thyme populations gave a yield of 4% the highest in essential oil. The other hand the populations of Ain defla showed the lowest yield of around 0.96%. The extraction of essential oil from the populations of Tiaret, Mostaganem, Blida presents similar yields of around 2%.

Concerning the analysis of the chemical compositions of the essential oil showed that the major compound is the thymol of the population of Tlemcen even of Mostaganem with à percentage respectively 67.3% and 59.5% respectively. On the other hand p-cymene is the major compound of thyme from the region of 46.42% and that the Djelfa and around 20.04%.

The effectiveness of the *thymus vulgaris* plant extract for different concentrations on some fungi given a high inhibition whose antifungal activity is increased when the concentration of essential oil is higher.

Key words: *Thymus vulgaris*, Essential oil, Thymol, Antifungal activity, Disc diffusion method.

Table des matières

Remerciment

Résumé

ملخص

Abstract

Liste des Figures

Introduction général.....01

Introduction général.....02

Chapitre 01 : Synthèse Bibliographique

1. Généralités sur le thymus vulgaris.....03

1.1. Définition 03

1.2. Répartition géographique 03

1.3. Description de thymus vulgaris..... 03

1.4. Classification botanique 05

1.5. Les propriétés du thym..... 05

1.6.composition chimique de thym 05

1.7. Le notion de chémotype 05

2. Les Huiles essentielles07

2.1.Définition 07

2.2. Les méthodes d'extraction 07

2.3. Localisation et lieu synthétisé des huiles essentielles dans la plante 10

2.4. Rôle des huiles essentielles 10

2.5. Facteurs de variation de la composition et du rendement des huiles 10

3. Activité antifongique 11

3.1. Définition antifongique 11

3.2. Activité antifongique d'huile essentielle de thym..... 11

3.3. Mode d'actionà antifongique d'huile essentielle 11

Chapitre 02: Matériels et Méthodes

1. L'objectif de l'étude 12

2. Matériel 12

2.1. Matériel végétal..... 12

2.2. Matériel biologique 12

2.3. Milieux de culture	12
2.4. Matériels et produits de laboratoire.....	12
3. Les méthodes.....	13
3.1. La récolte de l'espèce étudiée	13
3.2. Séchage.....	13
3.3. Méthodes d'analyse.....	13
3.3.1. Extraction de l'huile essentielle.....	13
3.3.1.1. Description du dispositif d'extraction.....	13
3.3.1.2. Procédé d'extraction.....	14
3.3.1.3. Conservation de l'huile essentielle obtenue.....	14
3.4. Rendement en huiles essentielles	15
3.5. Activité antifongique.....	15
3.5.1. Méthode de diffusion en milieu gélosé.....	15

Chapitre 03 : Résultats et Interprétations

3.1. Rendement d'huile essentielle de thymus vulgaris.....	18
3.2. Composition chimique et analyse chromatographique d'huile essentielle de thymus vulgaris	19
3.3. L'activité antifongique de l'huile essentielle de thymus vulgaris	20
Conclusion.....	22
Références bibliographique.....	23

Liste des Figures

Désignation
Figure 01 : Aspects morphologiques de <i>thymus vulgaris</i>
Figure 02 : <i>Thymus vulgaris</i> Mostaganem
Figure 03 : les différents chémotypes de <i>thymus vulgaris</i>
Figure 04 : extraction par hydro distillation
Figure 05 : Schéma du procédé d'hydro diffusion
Figure 06 : photo de thym séché
Figure 07 : photo de dispositif de l'hydro distillation
Figure 08 : préparation de l'inoculum
Figure 09 : Représentation des rendements des huiles essentielles de thym extraites des différentes wilayas
Figure 10 : les composes majoritaire de <i>thymus vulgaris</i> en %
Figure 11 : Diamètres des zones d'inhibition de l'HE de <i>thymus vulgaris</i> sur souches fongiques

Introduction

Générale

Introduction

L'agriculture est de la base de l'économie de nombreux pays de l'Afrique. Cependant celle-ci est menacée par de nombreuses espèces pathogènes telles que les champignons (*Fusarium*). Actuellement, les maladies cryptogamiques représentent un véritable problème pour les agricultures. Ces champignons pathogènes causent annuellement une réduction importante de la production mondiale, ainsi sur le rendement des cultures. Face à cette situation, les pays touchés ont souvent recours aux méthodes de lutte souvent agressives. Les produits chimiques (Fongicides) sont utilisés pour limiter les dégâts, sauf que l'utilisation de ces produits chimiques n'est pas sans danger sur l'environnement et la santé des consommateurs. Il est donc préservation de l'environnement et de la santé des consommateurs.

La recherche d'autres substances extraites des plantes médicinales et aromatiques pourrait constituer une solution alternative aux produits fongicides (**Boulecheheb, 2018**).

L'Algérie par sa situation géographique au centre de la méditerranée, abrite une végétation riche et diversifiée. Un grand nombre de plantes aromatiques y poussent spontanément dont les lamiacées qui sont riches en métabolites secondaires (**Boulecheheb, 2018**).

Les plantes médicinales renferment une portion d'huile essentielle (**Touhami, 2018**). Ces molécules sont dotées de propriétés antiseptiques (**Aouina et al. 2019**), y compris le genre de *Thymus* qui est caractérisé par des propriétés biologiques telles que l'activité antifongique. Ce genre possède une action inhibitrice sur la croissance et la toxigénèse de plusieurs champignons (**El Bakkai, 2016**).

L'objectif de ce travail était d'étudier l'activité antifongique d'extrait d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* et caractéristique chimiques de cette plante sur les champignons pathogènes. Mais suite aux conditions défavorables et la crise sanitaire, nous avons opté pour une étude comparative entre les résultats obtenus par d'autres auteurs dans des différentes régions.

Introduction

Pour atteindre notre objectif, le travail est selon trois parties. Dans une première est inscrite une synthèse bibliographique où est exposé l'essentielle des travaux réalisés dans ce domaine. Dans une seconde sont présentées les différentes démarches expérimentales employées et enfin dans une dernière sont mentionnés les principaux résultats des différents travaux de chercheurs auxquels, nous sommes parvenus à les comparer. A partir de ces résultats, on a tenté d'en tirer certaines directives pouvant contribuer à la résolution du problème dans les étapes actuelles.

CHAPITRE 01

Synthèse
Bibliographique

1. Généralités sur le *thymus vulgaris*

1.1. Définition

Le genre *thymus vulgaris* est une plante qui appartient à la famille lamiacée, elle connue en Algérie sous le nom Zaatat (**Binat et al., 2018**). Ce genre contient des propriétés aromatique et médicinales et c'est le plus populaire dans le monde. Ces espèces se rencontrent dans les plaines, les montagnes, les rocailles, les garrigues, et les broussailles (**Gouzi et al., 2019**). Leurs feuilles sont riches en huiles essentielles mises au profit en phytothérapie et en médecine (**Kholkhal et al., 2014**).

1.2. Répartition géographique

1.2.1. Dans le monde

Le thym est reparti entre l'Europe, l'Asie de l'ouest et la méditerranée (**Mabberley et al., 1997**). Il est très répandu dans le nord-ouest Algérie, et Libye, aussi les montagnes d'Éthiopie et d'Arabie du sud-ouest passant par péninsule du Sinaï en Égypte, il se trouve également en région micronésienne et en Himalaya et en Sibérie (**morales et al., 1997**).

1.2.2. En Algérie

Le thym inclut presque 300 espèces dans le monde dont 12 sont localisées en Algérie et 9 d'entre son endémique (**Djedir, 2018 et Quezel et santa, 1962**). Ces espèces sont réparties le long du territoire national, du Nord algérois à l'Atlas saharien, et du constantinois à l'oranais (**Kabouche et al., 2005**).

1.3. Description de *thymus vulgaris*

C'est une plante herbacée, sous arbrisseau de type vivace, très aromatique, ses tiges sont dressées, ligneuses rameuses. Les feuilles sont petites lancéolées ou linéaires, les fleurs sont rosées ou blanchâtres, le calice velu a tube un peu bossu en avant à la basse (**Touhami, 2017**).

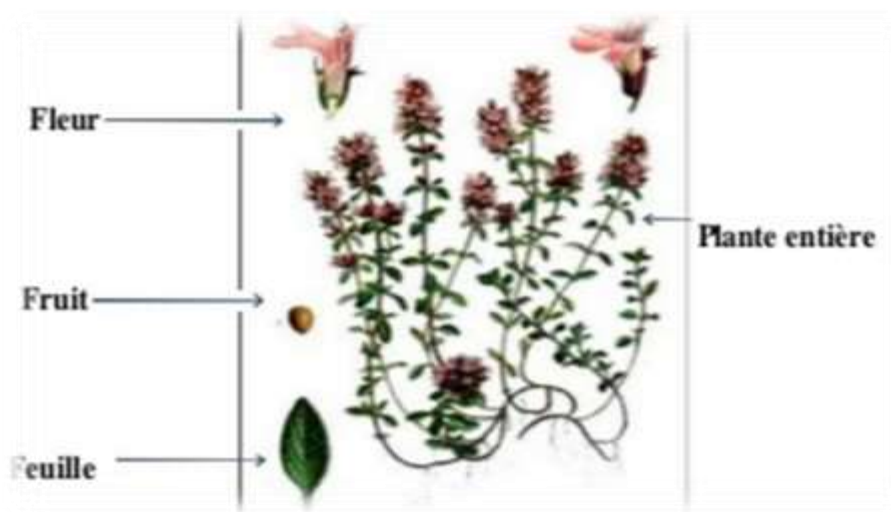


Figure 1 Aspects morphologiques de *Thymus vulgaris* (Bouab et al., 2018).



Figure 2 *Thymus vulgaris* Mostaganem (Abdelli, 2017).

1.4. Classification botanique

La situation botanique de l'espèce *Thymus vulgaris* selon (Zeghad, 2009)

Règne : plante

Sous-règne : Tracheobionta

Embranchement : Magnoliophyta

Sous-embranchement : Magnoliophytina

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Asteridae

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Thymus*

Espèce : *Thymus vulgaris*

1.5. Les propriétés du thym

Le thym est souvent utilisé dans l'assaisonnement des aliments et des boissons, et aussi antiseptique, et comme désinfectant c'est un spasmolytique bronchique dont il est indiqué pour traiter les infections des voies respiratoires supérieures. Les principaux constituants du thym montrent également des propriétés vermifuges et vermicide (Lazreuge et al., 2019) et des propriétés antivirales, anti-inflammatoires, antibactériennes et antifongiques (Zeghib, 2013). Dans la médecine traditionnelle algérienne, le thym a été utilisé comme expectorant, antitussif, anti-bronchiolite, antispasmodique, carminatif anti-infectieux, antidiabétique, antimicrobien diurétique, calmes les toux quinteuses et soulages les intestinaux (Khadir et al., 2013 et Saidj et al., 2007).

1.6. Composition chimique de thym

La botanique de la plante à partir de laquelle on distille l'huile essentielle est la partie aérienne, mais très généralement, l'essence est extraite à partir de deux organes principaux à savoir : les fleurs et feuilles. ces composées sont plus grande efficacité et a plus large spectre sont phénols (thymol, carvacrol et eugénol), des alcools (α -terpineol, terpinen-4-ol, linalool), des cétones et plus rarement des terpenes (Tachefine et al., 2013). ainsi, la connaissance de la composition chimique de ce genre permettent de la classification chimotopique tel que la teneur de thymol chez espèce *thymus vulgaris* qui représente le composé majoritaire dans l'Algérie et le Maroc, le teneur carvacrol chez les espèces de Tunisie (Boutemra et al., 2018).

Ces composés varient selon la variabilité des conditions géographiques, climatiques, de séchage, de stockage, période de récolte et méthodes d'extraction (Bouras et al., 2019).

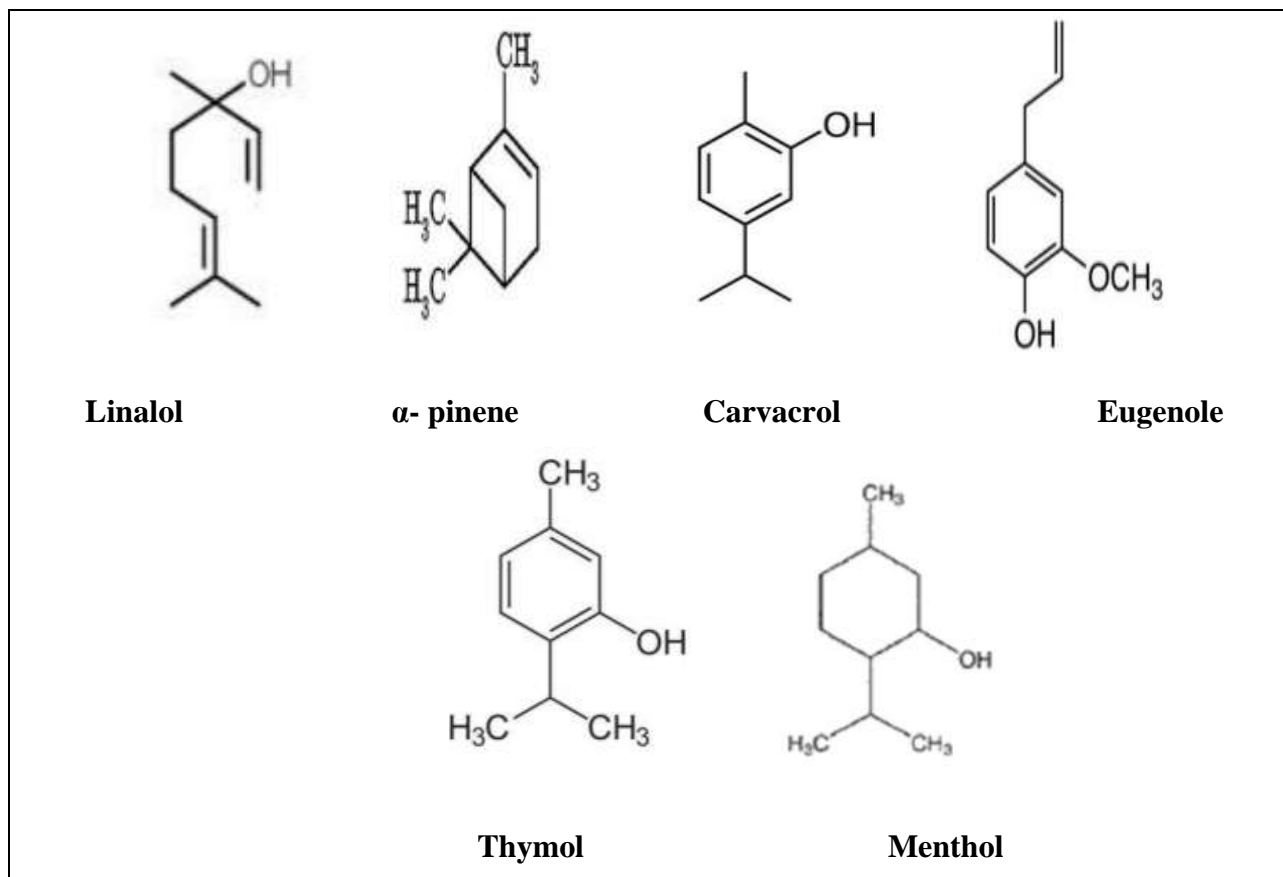


Figure 3 les constituants chimiques des huiles essentielles de *thymus vulgaris* (Florence, 2012).

1.7. La notion de chémotype

Le premier paramètre influençant la composition chimique d'une plante est sa biosynthèse et donc son profil génétique. C'est la raison pour laquelle, une même espèce peut présenter plusieurs chémotypes de profils chimiques différents (Mebarki, 2010).

Le chémotype, également appelé chimiotype, permet de définir la ou les molécules biologiquement actives majoritairement présentes dans l'huile essentielle, la mise en évidence du chémotype s'explique par le fait qu'une même plante aromatique, définie botaniquement, synthétise une essence biochimiques différente (Tachefine, 2013).

Cette classification permet de sélectionner les huiles essentielles pour utilisation plus précise, plus sûre et plus efficace. Ce polymorphisme chimique existe certain espèces comme *thymus vulgaris*,

mentho spicoto, organum vulgare. Il est important de noter que les huiles essentielles à chémotypes différents présentent non seulement des activités différentes mais aussi des toxicités très variables (**Pibiri.,2005**).

Le chémotype est repéré par analyse chromatographique et spectrométrique (**Meghazi, 2015**).

2. Les Huiles essentielles

2.1. Définition

En générale, les huiles essentielles sont des substances aromatiques, obtenu à partir une matière première végétale. Dans les plantes, les différents composants des huiles essentielles sont utilisés comme hormones stimulantes, régulatrices de la croissance et de la reproduction. Les phéromones contenues dans les huiles essentielles attirent, par biochimie olfactive, des molécules aromatiques, les insectes pollinisateurs, alors que d'autre molécules mettent en œuvre des mécanismes de défense pour protéger la plante des animaux herbivores, les insectes, des bactéries, virus, champignons (**Lakhdari et al., 2019**).

Les huiles essentielles sont des produits odorants, volatils sont issus du métabolisme secondaire formées dans des cellules spécialisées ou groupes de cellules. Ces huiles sont mélanges de composés lipophiles, volatiles et souvent liquides, synthétisés et stockés dans certains tissus végétaux spécialisés. Elles sont responsables de l'odeur caractéristique de la plante (**Bezzaz, 2014**). Elles constituent les différents composants parmi trois classes principales les composés phénoliques, les isoprénoides (Stéroïdes et Terpénoides), les composés azotés des acides aminés (Alcaloïdes) (**Djermane et al., 2017**).

Les huiles extraites par différentes méthodes telles que la méthode de distillation (hydro-diffusion, hydro-distillation, entraînement à la vapeur d'eau), extraction par du CO₂ supercritique, par solvants volatils, par enflourage, par micro-ondes (**Hattou,2017 et Bouaine., 2017 et Lakamra., 2017**)

2.2. Les méthodes d'extraction

Il existe diverses méthodes pour extraire les huiles essentielles.

2.2.1. Extraction de l'hydro distillation

C'est une méthode plus ancienne et très facile à mettre en œuvre (**Bouayed, 2017**).

Elle est plus utilisée pour extraire les huiles essentielles et pouvoir les séparer à l'état pur mais aussi de fournir de meilleurs rendements. Le principe consiste à immerger directement la matière végétale à traiter dans un ballon rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition, les vapeurs

hétérogènes vont se condenser sur surface froide et huile essentielle sera alors séparée par différence de densité (Laib,2011).

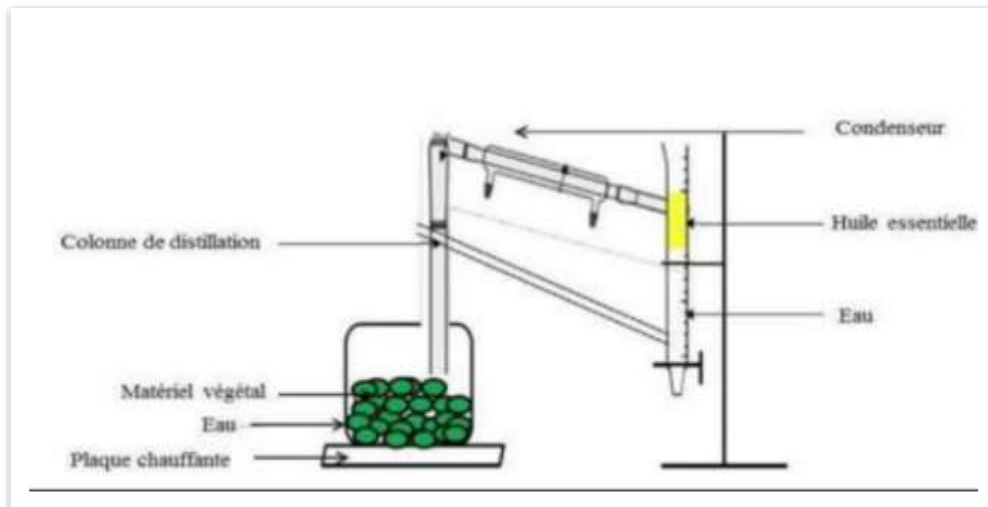


Figure 4 extraction par hydro distillation (Touhami, 2017).

2.2.2. Extraction par d'hydro diffusion

L'hydrodiffusion est une Co-distillation descendante. Dans ce procédé, le végétal est disposé dans un parallélépipède métallique grillagé. On soumet donc le végétal à une pulsion de vapeur d'eau, saturée et humide, mais jamais surchauffée de haut en base. La forme de l'appareillage permet une meilleure répartition des charges. La vapeur d'eau emporte avec elle toutes les substances volatiles. L'huile essentielle est recueillie grâce à un collecteur qui permet un équilibre avec la pression atmosphérique (Bousbia., 2011).

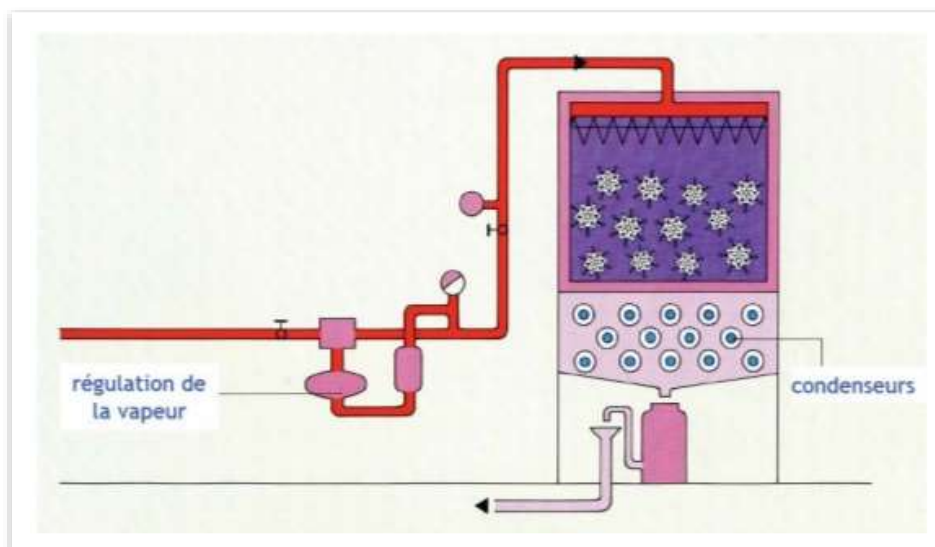


Figure 5 Schéma du procédé d'hydro diffusion (Bousbia, 2011).

2.2.3. Extraction par entraînement à la vapeur

C'est le moyen le plus répandu pour extraire les molécules volatiles. Le matériel végétal n'est pas en contact avec l'eau, mais la vapeur d'eau produite par une chaudière est injectée et traverse la matière végétale de bas en haut, éclate les cellules et entraîne les molécules volatiles. En traversant un tube réfrigérant, la vapeur d'eau saturée en composés volatils se condense en un mélange hétérogène composé d'huile essentielle et d'hydrolat (**Herzi, 2013**).

2.2.4. Extraction par solvants volatils

L'extraction par solvants organique volatil reste la méthode la plus pratiquée. Les solvants les utilisés sont l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol moins fréquemment le dichlorométhane et l'acétone. En fonction de la technique et du solvant utilisée des hydrolysats, des alcoolats, des teintures, des rétinoides. L'emploi restrictif de l'extraction par solvants organiques volatils se justifie par son coût, les problèmes de sécurité et de toxicité, ainsi que la réglementation liée à la protection de l'environnement (**Boughdjoua, 2015**).

2.2.5. Extraction au CO₂ supercritique

L'état supercritique est caractérisé par la disparition de l'interface séparant l'état liquide et l'état gazeux au-dessus d'une certaine température et d'une certaine pression. Si seulement l'un de ces deux paramètres satisfait à cette définition, on parle de l'état sub-critique (**Zermane, 2010**).

2.2.6. Extraction par enfleurage

L'enfleurage est une technique assez difficile. Elle est basée sur la forte affinité des molécules odorantes pour les graisses. Elle réservée principalement aux organes fragiles que sont les fleurs. Celles-ci étalées délicatement sur des plaques de verre enduites d'une mince couche de graisse et l'on superpose ces plaques sur des châssis de bois. Les substances volatiles diffusent et sont absorbées par la couche de graisse, ces graisses sont épuisées à l'alcool (**Ouis, 2015**).

2.2.7. Extraction assistée par micro-ondes

L'utilisation des micro-ondes pour l'obtention des huiles essentielles est une méthode décrite au début des années 1990. Dans ce procédé, la matière végétale est placée dans une enceinte close et chauffée par les micro-ondes, les molécules volatiles sont entraînées par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau contenue dans le végétal. La vapeur est ensuite récupérée à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement et décantation (**Touhami, 2017**).

2.3. Localisation et lieu synthétisé des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles se localisent dans toutes les parties vivantes de la plante. Elles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : les fleurs, les feuilles et moins souvent les écorces, les

Les racines, les rhizomes, les fruits et les graines (**Bouhaddouda, 2016**).

Elles se forment dans le cytoplasme de cellules sécrétrices variable selon l'organe végétal considéré. Puis, elles s'accumulent dans des cellules glandulaires spécialisées recouvertes d'une cuticule, Ensuite, elles stockées et emmagasinées dans des structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante, à savoir des cellules à huile essentielle, des poils épidermiques qui produisent les essences dites superficielles, des poches sécrétrices, des canaux sécréteurs (**Lamamra, 2018**).

2.4. Rôle des huiles essentielles

Les utilisations des substances odorantes des plantes sont connues depuis l'antiquité. Qui induit une augmentation de la biosynthèse de certains composants pour protéger la plante contre les insectes et les champignons (**Meghazi, 2012**) Les spécialistes considèrent les huiles essentielles comme des sources de signaux chimiques permettant à la plante de contrôler ou réguler son environnement (rôle écologique) attraction des insectes pollinisateurs, inhibition de la germination des graines (**Ouatah et al., 2012**).

2.5. Facteurs de variation de la composition et du rendement des huiles

La composition chimique et rendement en huiles essentielles varient suivant diverses conditions l'environnement, le génotype, l'origine géographique, la période de récolte, le séchage, les parasites, les virus (**Maidi., 2014**).

En générale, la teneur en huile essentielle ainsi que sa composition peuvent varier surtout selon l'espèce végétale considérée. Toutefois, pour même espèce donnée la proportion des différents éléments constitutifs de l'huile essentielle peut varier de façon importante tout au long du cycle de développement végétatif. De plus, indépendamment du stade récolte, tous les huiles essentielles de la même espèce végétale leurs localisation peuvent renfermer une composition variable selon localisation dans différentes parties de la plante (fleur, feuille, racine, tige ...etc.). Aussi, peuvent varier selon la méthode d'extraction utilisé, l'heure, le moment de l'année et les saisons (**Ait Chabane, 2018**).

3. Activité antifongique

3.1. Définition antifongique

Capable d'inhiber spécifiquement les différents champignons responsables de mycoses. On distingue les molécules fongicides qui vont détruire ou tuer le champignon pathogène (**Berrah, 2011**) et les molécules fongistatiques qui vont limiter le développement du mycète qui sera ensuite éliminé lors du renouvellement tissulaire. La majorité des antifongiques utilisés sont fongistatiques (**Brans, 2015**).

3.2. Activité antifongique d'huile essentielle de thym

Le thym possède nombreuses activités biologiques tel que l'effet antifongique (**Abdellah et al, 2014**). L'activité antifongique des huiles de thym est liée à sa composition chimique mais surtout à la nature des groupements fonctionnel de composé majoritaire comme thymol qui agisse la germination des spores, l'élongation du mycélium et inhibent une dégénérescence des hyphes des champignons (**Gouizi et al, 2019**).

3.3. Mode d'action antifongique d'huile essentielle

Le mode d'action des huiles essentielles dépend en premier lieu du type et des caractérisations des composants actifs comme les phénols (**Touré, 2015 et Marion, 2019**). Qui liée avec les réactions enzymatiques de la paroi cellulaire provoquent une dégradation de la membrane plasmique puis augmentation de leur perméabilité. Les huiles modifient les composants de la paroi tel que glucanes, cutine et glycoprotéine (**Heather, 2007**). Les huiles inhibent les pompes à protons dans la chaîne respiratoire qui entraîne un dysfonctionnement dans le transport électrons mitochondrial.

Les extraits ont une action inhibitrice de la division cellulaire en bloquant la formation du fuseau mystique et donc la mort de la cellule (**Maroia et al., 2018**).

CHAPITRE 02

MATERIEL
ET
METHODES

1. L'objectif de l'étude

L'objectif de notre travail est d'étudier l'activité antifongique de l'huile essentielle obtenue par hydro distillation de la partie aérienne de plante *Thymus vulgaris* pour d'éventuelles utilisations en lutte biologique (l'activité antifongique vis-à-vis de champignon à savoir *Fusarium culmorum*).

2. Matériel

2.1. Matériel végétal

Suite de notre objectif de travail, le matériel végétal utilisé est principalement *Thymus vulgaris*.

2.2. Matériel biologique

2.3. Milieux de culture

Selon la souche, nous avons utilisé le milieu de culture : Gélose PDA (Potato Dextrose Agar ou pomme de terre glucosée) (DAVET et ROUXEL ,1997).

2.4. Matériels et produits de laboratoire

La verrerie et l'appareillage, le milieu de culture ainsi que le solvant utilisé au cours de la réalisation de travail sont résumés dans le tableau suivant

Tableau 1 : Matériel et produits de laboratoire

Verreries et appareillage	Milieu de culture	Solvants utilisés
Ampoule à décanter Autoclave Bain marie Balance Béchers, Tubes à essai, Boîtes de pétri Erlen meyer, Réfrigérant Etuve de 37°C et 20°C Hydro distillateur Micropipette, Pipettes pasteur	Gélosée	Eau distillée

3. Les méthodes

3.1. La récolte de l'espèce étudiée

Dans notre étude, nous avons utilisé une plante aromatique Algérienne à savoir *Thymus vulgaris*. La récolte de la partie aérienne de la plante a été effectuée dans la région de Wilaya de Tiaret durant la période de mois de mars.

3.2. Séchage

Les des feuilles et fleurs, fraîchement récoltés, sont à l'ombre dans un endroit sec et aéré pendant environ 15 jours. Ils sont récupérés dans des sacs propres pour servir ultérieurement à l'extraction de l'huile essentielle.



Figure 6 photos de thym séché

3.3. Méthodes d'analyse

3.3.1. Extraction de l'huile essentielle

3.3.1.1. Description du dispositif d'extraction

L'appareil utilisé pour l'hydro distillation est de type Clevenger, il est constitué d'une chauffe ballon qui permet la distribution homogène de la chaleur dans le ballon, un ballon en verre pyrex ou l'on place les feuilles et les fleurs séchées et l'eau distillée, une colonne de

condensation de la vapeur (réfrigérant) qui vient de l'échauffement du ballon, un collecteur en verre pyrex également qui reçoit les extraits de la distillation.

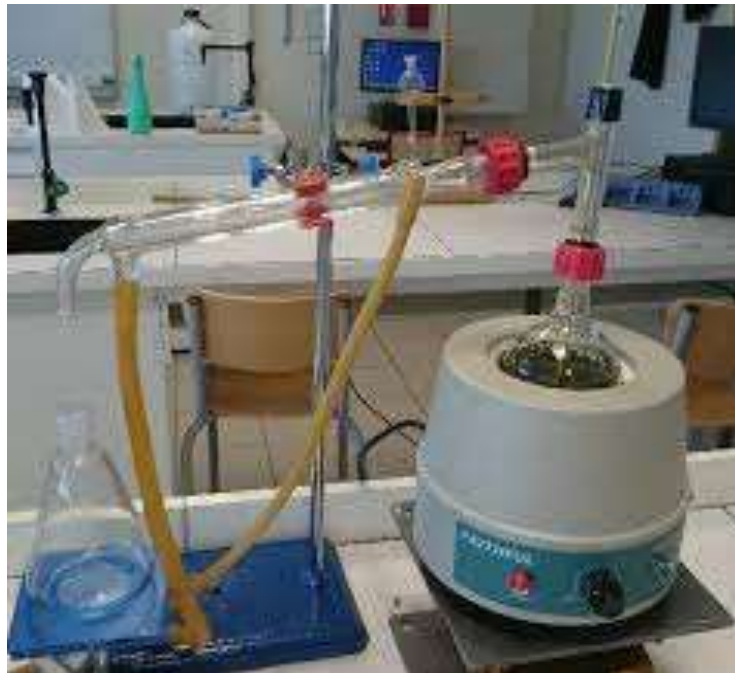


Figure 7 photo de dispositif de l'hydro distillation

3.3.1.2. Procédé d'extraction

50 g des feuilles séchées ont été mises dans un ballon à rond de 1L qui fut remplie avec 500 ml d'eau distillée ; le ballon avec son contenu a été mis sur le chauffe-ballon. Les huiles essentielles entraînées par les vapeurs d'eau générées dans ; le ballon sont dirigées vers le col de cygne (le coude) qui relie ; le ballon avec réfrigérant.

Une fois arrivées dans réfrigérant, elles se condensent rapidement et se retrouvent dans l'ampoule à décantation qui permet la séparation immédiate de l'essence par sa densité.

Après 2 heures d'extraction, l'huile essentielle a été recueillie dans un petit flacon en verre hermétique et recouvert de papier aluminium pour le protéger de la lumière. On le conserve au réfrigérateur.

3.3.1.3. Conservation de l'huile essentielle obtenue

La conservation des huiles essentielles exige certaines précautions indispensables. C'est pour cela nous les avons conservées à une température voisine de 4°C, dans un tube sec hermétiquement fermé pour la préserver de l'air et de la lumière, et des variations de

température, qui sont des principaux agents de dégradation. Une huile altérée perd son activité biologique.

3.3. Rendement en huiles essentielles

Selon la norme **Afnor (1986)**, le rendement en huiles essentielles (**RHE**) est défini commettant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction (**M'**) et la masse de la matière végétale utilisée (**M**). Le rendement est exprimé en pourcentage ; et il est donné par la formule

$$\text{RHE (\%)} = \text{M}'/\text{M} \times 100$$

RHE : rendement en huile essentielle des feuilles sèches

M': masse d'huile essentielle en gramme

M : masse de la matière végétale sèche utilisée engramme

Masse volumique : masse (g)/volume(l)

3.4. Activité antifongique

Ce test est réalisé au niveau du laboratoire de microbiologie, cette activité antifongique des extraits a été déterminée par la méthode de diffusion en milieu gélosé (**Sacchetti et al ., 2005 et Rasooli et al., 2008**)

3.4.1. Méthode de diffusion en milieu gélosé

3.4.1.1. Aromatogramme

L'évaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles a été réalisée par la méthode de diffusion en milieu gélosé (Aromatogramme), méthode décrite par (**Vincent, 1991**) et revu par **Djahoudi**.

Le principe de l'aromatogramme consiste à test la sensibilité des souches fongique par la diffusion de l'extrait sur le milieu solide dans une boite Apert.

L'apparition et l'importance du diamètre de la zone d'inhibition reflète l'impact des huiles essentielles sur les souches fongique .Ainsi, ces dernières seront qualifiées de sensibles ou très sensibles ; ou résistantes.

3.4.1.2. Préparation de l'inoculum

Chaque souche (*Candida albicans* ; *Aspergillus niger*) a étéensemencée sur une gélose non inhibitrice (gélose nutritive et gélose PDA) pour obtenir des colonies isolées .Après incubation de 24heures à 37 °C, on a choisi 4 à 5 colonies bien isolées avec une anse de platine et les transférer dans un tube de solution d'eau distillée stérile afin d'avoir une densité cellulaire initiale ou une turbidité.

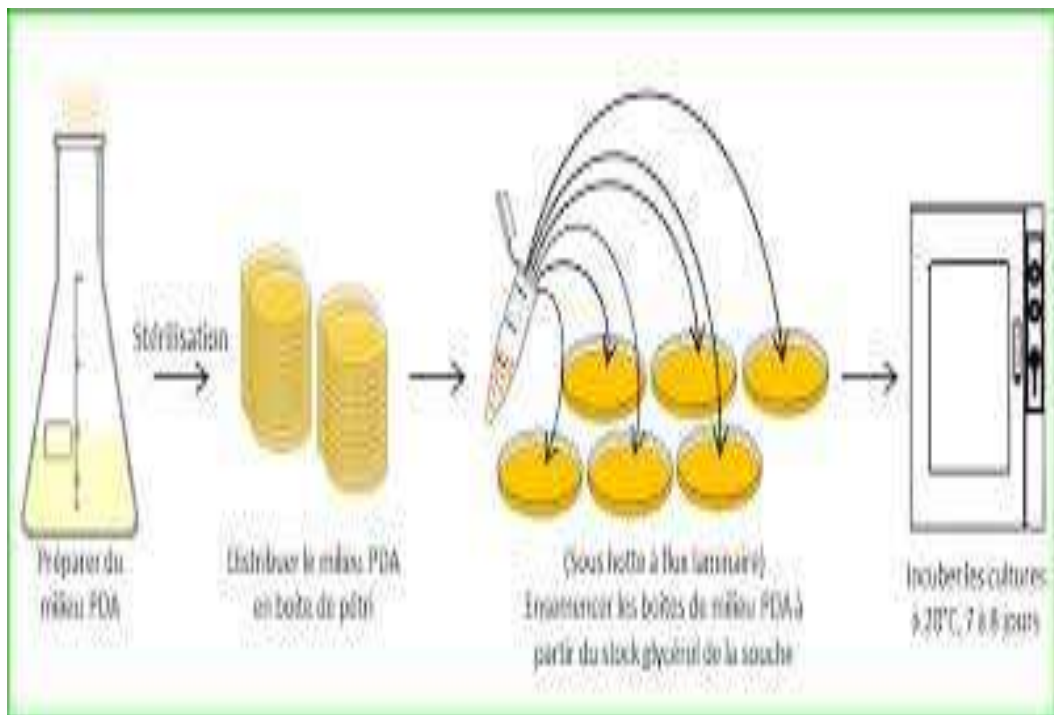


Figure 8 : préparation de l'inoculum

3.4.1.3. Ensemencement

Dans des boîtes de pétri, le milieu de culture gélosé PDA a été coulé aseptiquement à raison de 15 ml par boîte. Après solidification du milieu l'ensemencement a été exécuté par des spots à l'aide d'une pipette Pasteur.

Dans les 15 minutes suivant l'ajustement de la turbidité de la suspension servant d'inoculum, on a trempé un écouvillon dans la suspension et on a étalé la surface entière de la gélose (Gélose PDA) à trois reprises, en tournant la boîte à environ 60° après chaque application autour du bord de la surface de la gélose.

Un témoin de croissance a été réalisé.

3.4.1.4. Application des disques et incubation

Les disques stériles imprégnés par micropipette des volumes des huiles essentielles à raison de 25 μ l par disque (Ngameni et al., 2009), ont été déposés à l'aide d'une pince sur la surface de la gélose. Des témoins ont été réalisés. Les boîtes ont été incubées 24 h à 37 °C.

3.4.1.5. Evaluation de la croissance mycélienne

La croissance mycélienne a été évaluée toutes les 24 heures en mesurant la moyenne de trois diamètres perpendiculaires passant par le milieu de la rondelle.

Cette lecture est toujours réalisée en comparaison avec les cultures témoins qu'ils ont démarré le même jour et dans les mêmes conditions.

Toute pousse même légère de champignon sera considérée comme action négative c'est-à-dire que l'huile essentielle en question n'est pas inhibitrice vis-à-vis de la croissance fongique.

CHAPITRE 03

RESULTATS
ET
INTERPRETATIONS

3.1. Rendement en huile essentielle de *thymus vulgaris*

La figure 9 représente les pourcentages des rendements d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* dans des différentes régions d'Algérie.

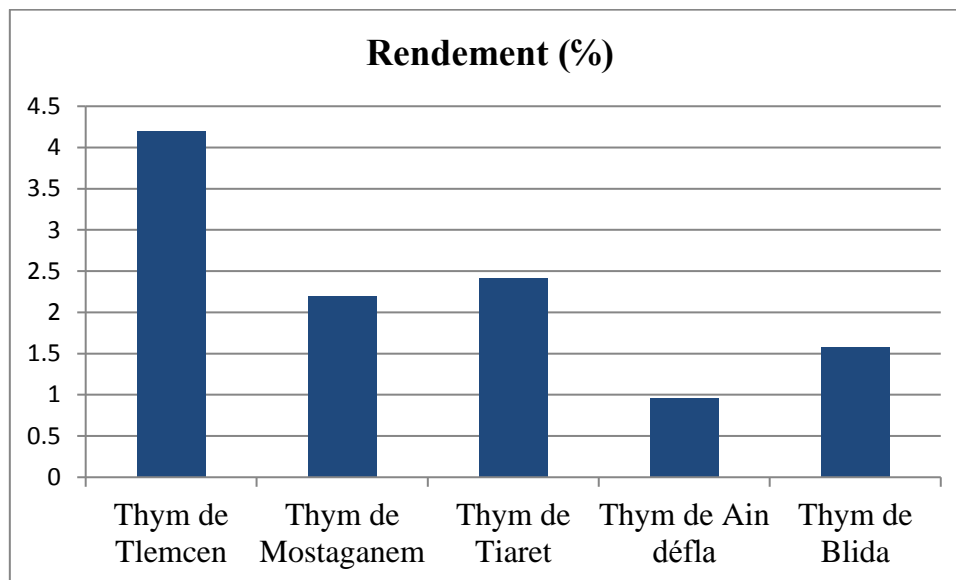


Figure 9 Représentation des rendements des huiles essentielles de thym extraites de différentes wilayas : Tlemcen (**Abdelli, 2017**), Mostaganem (**Bouchelil et al, 2018**), Tiaret (**Kiaida, 2017**), Ain Défla (**Sidali et al., 2014**) et Blida (**Bouguerra et al., 2017**).

Les résultats de rendement représentés dans la figure 9 montrent que les feuilles sèches donnent un rendement considéré comme important suite à l'enquête faite dans les différentes régions d'investigation suscitées, où le thym récolté de la région Mostaganem à donner un rendement 2.2%, valeur considérée comme proche à celle du rendement de la région de Tiaret avec 2.41%. Ces deux proportions restent moindres à celle du rendement obtenu du thym de la région de Tlemcen 4.2%. Le rendement du thym issu de la région de Ain Défla avec 0.96% reste le plus faible par rapport aux régions de l'ouest Algérien (Tiaret, Mostaganem, Tlemcen), mais il semble aussi que le rendement du thym de Blida est élevé avec 1.58%.

Les différences de quantités d'huile essentielle observées chez *thymus vulgaris* peuvent être liées de cycle végétative selon (**Deschepper, 2017**) que le rendement à l'ordre de 2% il est minimum pendant la période végétative de la plante puis augment progressivement pendant la phase initiale de floraison et atteint son maximum à la pleine floraison. Aussi, peut être le moment de la journée où le rendement n'est pas le même, faible le matin (0.3% à 7h), maximal à midi 1.8% et décroît lentement dans l'après-midi (1.6% à 19h). Ainsi, varie selon

la période de récoltée où le meilleur rendement se fait entre 6h et 9h du matin, D'autres facteurs peuvent également influencer ; tels que la position géographique, la nature du sol, les conditions climatiques, le temps et les méthodes d'extraction (Amarti et al., 2011).

3.2. Composition chimique et analyse chromatographique d'huile essentielle de *thymus vulgaris*

L'analyse chimique d'huile essentielle du thym de Tlemcen et Mostaganem (Abdelli, 2017), Thym de Chlef (Benbouali, 2006) et thym de Djelfa (Bonabed et al., 2017) réalisé par chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse.

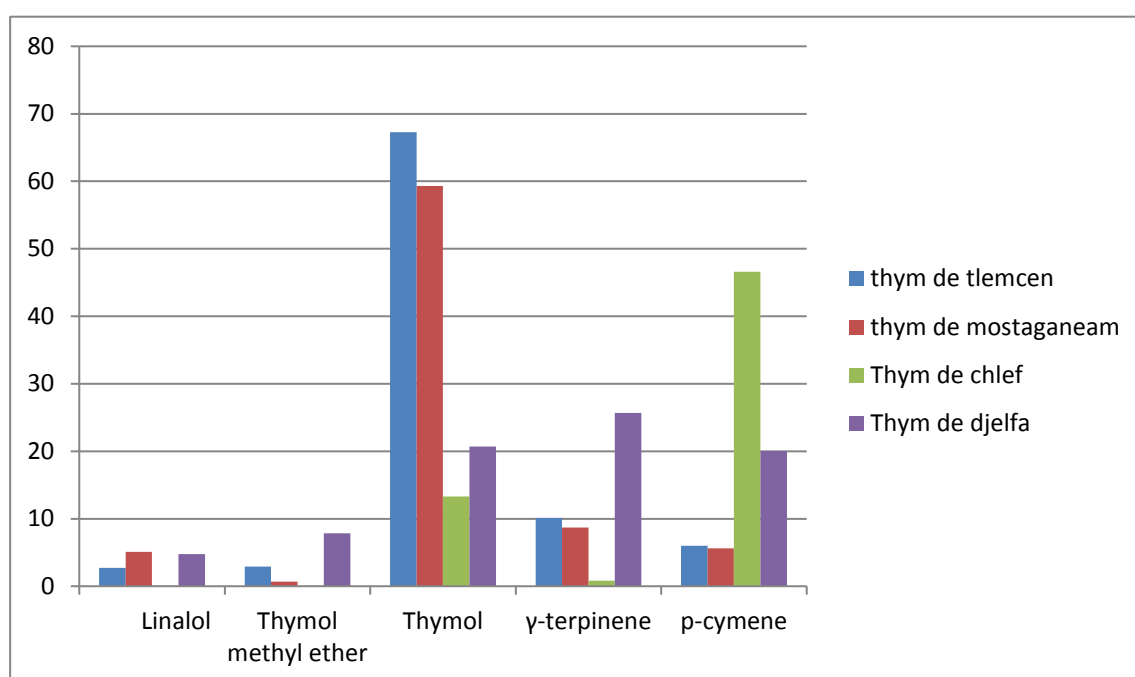


Figure 10 les composés majoritaires de *thymus vulgaris* en %

L'analyse des composants représentés en figure 10 indique que l'huile essentielle de *thymus vulgaris* contient une proportion assez importante d'éléments majeurs. Ça diffère d'une région à une autre. On remarque que le thym de la région de Tlemcen et celui de la région de Mostaganem sont riches en thymol qui représente un taux de 67.3%, 59.5% respectivement, d'autre part le thym de Chlef caractérisé par le p-cymène élevé avec un taux de 46.62%, alors que le thymol est représenté avec 13.28%. Quant au thym de la région de Djelfa contient une proportion élevée en γ -terpinène avec 25.7%, suivi du thymol avec un taux de 20.04%, les autres composants sont représentés avec des faibles taux comme Linalol et thymol méthyl éther. Pour la région de Tlemcen, linalool et thymol méthyl éther contenus dans le thym représentent 2.7 et 2.9% respectivement, les mêmes composants représentent

dans le thym de la région de Djelfa des taux de 4.76%, 7.82% respectivement, enfin le thym de la station de Mostaganem contient un taux en linalool de 5.1% et thymol methyl ether avec 0.7%.

Les variations de composition chimique d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* peuvent être attribuées à un ou plusieurs facteurs tels que la zone géographique, le climat, les conditions de stockage, la durée de séchage, la méthode d'extraction utilisée, le stade de développement (Bounar et al., 2019). Aussi, peuvent être la période de récolte selon (Sefidkon et al., 2009) que le début de floraison est la période la plus propice à l'obtention de la teneur la plus élevée en Thymol chez *Thymus vulgaris*, et la récolte a durant le mois de mai, sachant que la période de floraison de l'espèce a lieu de mai à aout. Aussi, on remarque que le thymol et p-cymene varie systématiquement de manière inverse, selon (Deschepper, 2017) que durant le période de floraison, le thymol atteint un maximum et le p-cymene un minimum.

3.3. L'activité antifongique de l'huile essentielle de thymus vulgaris

La figure 11 représente de l'activité antifongique de l'huile essentielle de thymus sur différents champignons

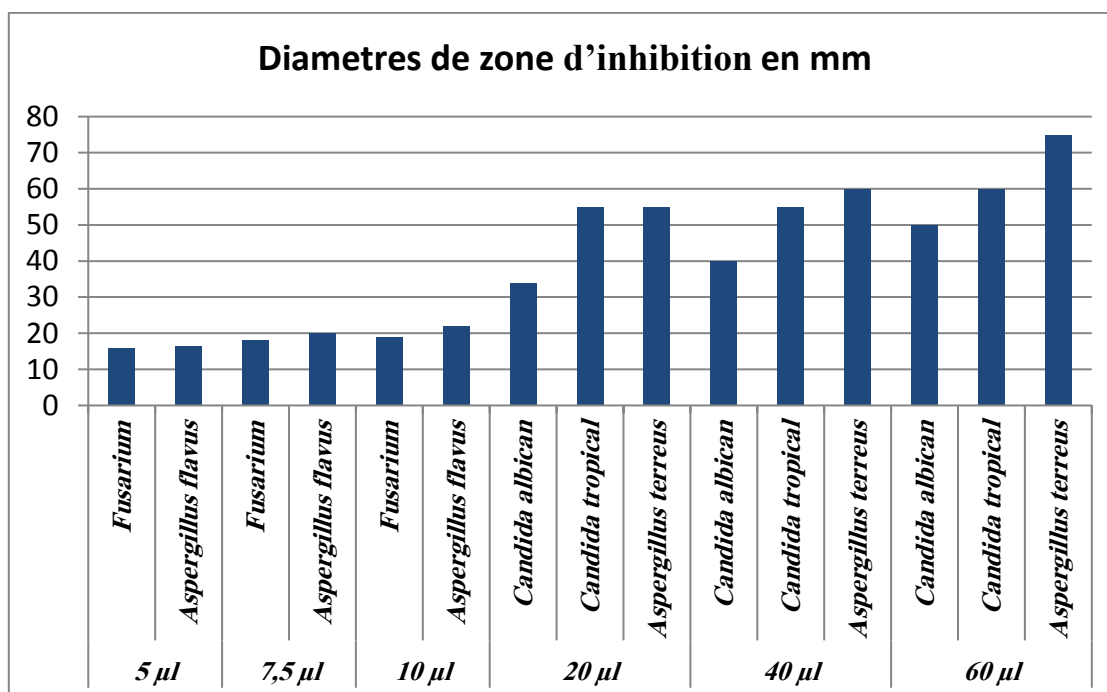
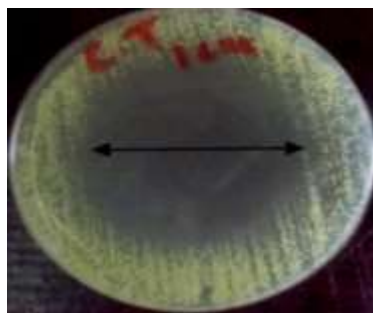


Figure 11 Diamètres des zones d'inhibition de l'HE de thymus vulgaris sur souches fongiques suivants *Fusarium oxysporum* et *Aspergillus flavus* (Ismail et al., 2018), *Fusarium oxysporum*, *Candida tropical* et *Aspergillus terreus* (Boukhatem et al., 2020).

Selon la figure 11, on remarque que l'huile de *Thymus vulgaris* a montré une activité antifongique moins faible à la concentration 5 μ l, 7.5 μ l et 10 μ l sur les deux souches fongiques *Fusarium oxysporum* et *Aspergillus flavus*. Mais cette l'activité augmente à mesure que la concentration est élevée à l'ordre 20 μ l, 40 μ l et 60 μ l chez des champignons de *Candida albican*, *Candida tropical* et *Candida terreus*.

L'activité antifongique de *Thymus vulgaris* pourrait être attribué à la teneur élevée en composés phénoliques, au thymol qui définit le chémotype, ainsi, qu'aux hydrocarbures comme p-cymene (Gouzi et al., 2019).

Aussi, L'auteur (Meghazi, 2012) remarque que la diminution dose dépendante de la teneur en ergostérol liée en augmentation de la concentration de l'huile essentielle, celle-ci inhibe la synthèse de l'ergostérol dans la cellule du champignon d'où l'effet antifongique résultant de cette inhibition, stoppant ainsi la croissance des champignons.



Candida tropical 20 μ l



Candida tropical 40 μ l

Figure 12 effets inhibiteurs de *Thymus vulgaris* contre les souches fongiques (Boukhatem et al, 2020).

CONCLUSION

Conclusion

Conclusion

De nos jours, les plantes médicinales sont plus utilisées contre des contaminations fongiques qui attaquent les différents végétaux, ces plantes contiennent des composés chimiques ayant des propriétés antifongiques.

Notre travail est basé sur la comparaison des résultats obtenu par différents travaux, les paramètres retenus pour l'étude comparative, qui sont : le rendement, la composition chimique majoritaire et l'activité antifongique.

D'abord, les études ont montré des rendements différents des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* dans différentes régions de l'Algérie. Celle de Tlemcen à marquer le rendement le plus élevé 4%, les rendements en huile essentielles oscillent entre 2.2%, 2.41% et 1.58% pour les régions de l'ouest Algérien Mostaganem, Tiaret et Blida. D'autre part, le rendement le plus faible est observé dans la population d'Ain défla avec une valeur de 0.96%.

La comparaison des composés chimiques nous a permis d'identifier l'élément chémotype dans des différentes régions, où le Thymol est le composé majoritaire dans la région de Tlemcen et Mostaganem avec une valeur 67.3% et 59% respectivement. D'autre part, la teneur α -Cymène représente le composé supérieur dans la région de Chlef et de Djelfa à l'ordre 46.62% et 20.04%.

L'efficacité antifongique de l'essence de *thymus vulgaris* sur plusieurs souches fongiques mentionné un effet très actif à la concentration plus élevée sur les champignons *candida albican*, *candida tropical* et *Aspergillus tereuss*.

Enfin, à la lumière des études précédentes sur le thym, les résultats obtenus indiquent que l'huile essentielle de *thymus vulgaris* a une activité antifongique importante.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

Références bibliographiques

Abdellah.F, Moudcine.F, Bouchaib.I, Taoufik.H, Saad.R., 2014. application de plan de plack et burman dans le criblage des paramètres agissants sur le processus d'hydrodistillation de thym du Maroc (*thymus vulgaris. L*)

Abdelli.W, 2017. Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques dans huiles essentielles de juniperus phoenicea et de *thymus vulgaris*. Thèse de doctorat, universitaire-Mostaganem.

Adila.F, Alaoui.Z, Belmissoum.S, 2016. Contribution à l'étude de l'activité antifongique des huiles essentielles des plantes médicinales cas de Rosmarinus officinalis. Mémoire, université-Ibn Khaldoun.

Ait Chabane.O, 2018. Étude base des effets antimicrobiens des extraits bruts, phénoliques et à d'huiles essentielles du Mis Wak (*Salvadora persica*) sur les microorganismes responsables des infections buccales (caries dentaires, gingivité, parodontite, candidoses...ect). Thèse de doctorat.

Amarti.F, El Ajjouri.M, Ghanmi.M, Satrani.B, 2011. Composition chimique a activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle de thymus zygis du Maroc. Article, p-153.

Aouina.M, Lakhdari.S ,2019. Biologie des huiles essentielles de la famille des lamiacée. Mémoire.

Badi.N.H., Yazdani.D., Mohammad Ali.S., Nazari.F, 2004. Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme, *Thymus vulgaris*, 231-236p.

Benbouali.M, 2006. Valorisation des extraits de plantes aromatiques et médicinales de *Mentha rotundifolia* and *Thymus vulgaris*. Mémoire de Magister.

Benlecheb.F, 2018. Étude photochimique et activité antimicrobienne des extraits actifs de quelque plantes médicinales d'Algérie.

Benmoumou.S, 2017. Recherche dans les soles algériennes d'actinobactéries à activité antifongique. Mémoire, université- Blida.

Berrah.A, 2011. Etude sur les pesticides. Mémoire en ligne.

Bezeaz.N, 2014. Détermination structurale des métabolites secondaires et extraction des huiles essentielles de *mentha rotudifonlia*. Mémoire.

Binata.G, Dikes.L ,2018. Étude de l'effet antibactérien et prébiotique des extraits de *thymus vulgaris* et de *thymus serpyllum*.

Références bibliographiques

Bonabed.K.H, Gourine.N , Oninte.M, Yousfi.M, 2017. Chemical composition antioxidant and antimicrobial activités of the essential oils of three Algérian Lamiacée species .

Bouaine.A., 2017. Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles extraites des deux plantes aromatiques et médicinales : lentisque et Myrte.

Bouayed.A, 2017. Contribution à l'étude du pouvoir antifongique et antioxydant des huiles essentielles de juniperus oxycedrus (taga) de la région de Tlemcen.

Bouchelil.A, Bouab.A, 2018. Etude de l'activité antimittotique de l'extrait des feuilles de thym (*thymus vulgaris*) sur le méristème radicaire de l'oignon (*Allium cepa* L).

Boughendjioua.H, 2015. Les plantes médicinales utilisées pour les soins de la peau composition chimique activité antioxydant et antimicrobienne des huiles essentielles de citrus limon, *cinnamomum zeylanicum* et *thymus numidicus*. Thèse de Doctorat.

Bouguerra.N, Djebbar.F.T, Soltani.N, 2017. Algérian *Thymus vulgaris* essential oil chemical composition and larvicidal activity against the mosquito culex pipiens. Internationnal journal of mosquito.

Bouhaddaouda .N, 2016. Activité antioxydante et antimicrobienne de deux plantes du sol local *origanum vulgare* et *mentha pulegium*. Thèse de Doctorat.

Boukhatem.M.N, Darwish.N.H.E, Sudha.T, Balouli.S, Kellou.D, Benelmouffok.A.B, Chader.H, Rajabi.M, Benali.Y, Mousa.S.A, 2020. In vitro antifungal and tropical anti-inflammatory properetés of essential oil from Wild Growing *Thymus vulgaris* (lamiaceae) used for médicinal purposes in Algéria a new source of carvacrol. Article, p.279.

Boumar.R, Krimat.S, Boureghda.H, Dob.H, 2019. Chemical analyses antioxidant antifungal effects of orégano and thyme essential oils alone or in combination against selected Fusarium species, Article.

Bouras.N, Hachemi.A ,2019. Étude préliminaire des activités biologiques (insecticides et antifongiques) des huiles essentielles de deux plantes aromatiques *thymus sp* et *origanum sp*.

Bousbia.N ,2011. Extraction des huiles essentielles riches en antioxydant à partir de produits naturels et de Co produits agroalimentaires. Thèse de doctorat.

Boutemra.N, Boughandja.N.E ,2018. Étude préliminaire des effets in vitro de l'huile essentielle de *thymus vulgaris* sur les larves de deux especes de ver blanc et l'entomopathogène autochtone *beauvria* SD. Mémoire.

Brans.A, 2015. Les mycoses superficielles pharmacologie des antifongiques. Thèse de doctorat.

Djedir.G, 2018. Etude comparative entre deux espèces du thym : *Thymus coloratus*, *Thymus capitatus* dans la région de Tlemcen : aspect écologique, cartographique et morphométrique. Mémoire, universitaire-Tlemcen.

Références bibliographiques

- Djermane.M, Aghile.N, 2017.** Étude phytochimique des extraits de quelques plantes de la famille des labiées. Mémoire.
- Douaine.A, 2017.** Étude de l'activité antifongique des huiles essentielles extraites des deux plantes aromatiques et médicinales, lentisque et myrte. Mémoire.
- El Azrak.H,2017.** Extraction et distillation d'une plante aromatique et médicinale *rosmarinus officinalis*.
- El Bakkali.A, 2016.** Activité antifongique in vitro de *mentha pulegium* sur les souches de *fusarium* et *fusarium araminearum*. Mémoire.
- Florence.M, 2012.** Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles étude de cas en maison de retraite. Thèse de doctorat, université de Lorraine.
- Geurnoug.A, Geurnoug.N.E.H, 2017.** Elaboration d'une carte de répartition de deux espèces appartenant au genre *thymus* et analyse de la composition chimiques des huiles essentielles extraites. Cas de *Thymus Algeriensis* Bois et Reut et de *Thymus fontanesii* bois et dans la région de djendel-wilaya de Ain Defla. Mémoire.
- Goetz. P, Ghedira K, 2012.** Phytothérapie anti-infectieuse. Springer science and business media, 394p.
- Gouzi.H, Ghellab.M,2019.** Contribution à l'étude de l'activité fongicide des extraits de thym (*thymus vulgaris*). Mémoire.
- Habouche.M, Ghernouth.M, 2018.** Étude de l'activité antifongique de quelque des extraits des huiles essentielles. Mémoire, université Mohamed Boudiaf-M'Sila.
- Hattou.M.A, 2016.** Effets de l'incorporation des huiles essentielles extraites du thymus et de l'origan sur la productivité, les qualités nutritionnelles et physicochimique du poivron. Mémoire.
- Heather.M.A.C,2007.** Antifungal activity of the volatile phase of essential oils, A Brief Review. Article, p-03.
- Heni.S, 2015.** Selection d'extraits bio-actifs des espèces genre *thymus* comme conservateurs antibactériens naturels. Thèse de doctorat des sciences. Université Badji Mokhtar-Annaba
- Herzi.N, 2013.** Extraction et purification de substances naturelles comparaison de l'extraction au CO₂ supercritique et des techniques conventionnelles. Thèse de doctorat.
- Iserin.p, 2001.**Encyclopedie des plantes médicinales 2eme Ed. Larousse lourdes p 143.
- Ismail.F, Alian.A, Al Saqqa.G, Ramzy.S, 2018.** Chemical composition of rocket, Thyme and parsley essential oils and their affect on some fungi and of latoxin production. Article, p.279.
-

Références bibliographiques

- Kabouche.Z, Boutaghane.N, Laggoune.S, Kabouche.A, Ait-KAKI.Z, Benlabed.K, 2005.** Comparative antibacterial activity of five lamiaceae essential oils from Algeria. The international journal of aromatherapy.129-133.
- Khadir.A, Bendahou.M, Abdoune.M.A, Abdelouahid.D.E ,2013.** Pouvoir antimicrobien de *thymus lancéolatus Desf* récolte en Algérie .article, p-354.
- Kholkhal.F, 2014.** Etude phytochimique et activité antioxydant des extraits des composés phénoliques de *thymus ciliatus* ssp colorants et ssp euciliatus. Thèse de Doctorat. Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen.
- Kiada.K, 2017.** Effet antibactérien des huiles essentielles extraites à partir de thym (*thymus vulgaris*) de la région de Tiaret (Mghila). Mémoire, université Ibn Khaldoun-Tiaret.
- Laib.I, 2011.** Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs séchées de *lavandula officinalis* sur les moisissures des légumes secs. Mémoire, université-constantine
- Lakhdari.S, Aouina.M, 2019.** Biologie des huiles essentielles de la famille des lamiacées. Mémoire.
- Lamamra.M, 2018.** Activités biologiques et composition chimique des huiles essentielles d'*ammiopsis aristidis* coss (syn. *Daucus. Aristidis* coss) et d'*achillea santolinoides* lag. Thèse.
- Lazreuge.F, Mezhim.L ,2018.** Effet antimicrobien des extraits de *thymus vulgaris* chez *staphylococcus aureus* responsable des infections urogénitales chez la femme. Mémoire.
- Mabberley.d.j, 1997** .the plant book, a portable dictionary of the vascular plants, cambridge. University press 858p.
- Maidi.L, 2014.** Mise en évidence des activités antimicrobiennes et antioxydantes des huiles essentielles et des extraits d'*ocimum basilicum*.L (lamiacée) de la région d'El Assafia (w.de laghouat Algérie).
- Mario.D, 2019.** Le thymol sources propriétés et application. Thèse.
- Mayer F. utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Etude de cas en maison de
- Mebarki.N ,2010.** Extraction de l'huile essentielle de *thymus fontanesu* médicamenteuse-antimicrobienne. Mémoire.
- Meghazi.N, 2015.** Activité antifongique de quelques huiles essentielles sur les moisissures du blé stoké. Mémoire.
- Morales.R, 1997.** synopsis of the genus *thymus* L. in the méditerranéen area. Lagasclia, 249-262 *officinalis* de la région de Tlemcen [mémoire]. Tlemcen, 2014
- Ouis.N, 2015.** Étude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre de fenouil et de persil. Thèse de doctorat.
-

Références bibliographiques

- Pariante.L, 2001.** Dictionnaire des sciences pharmaceutique et biologique .2eme Ed. Académie nationale de pharmacie. Paris 1643p.
- Pibiri.M.C, 2005.** Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huile essentielle. Thèse de doctorat. Polytechniques fédérale de Lausanne. France.
- Quezzel.p, Santa.S, 1962.** nouvelle flore d'Algérie et des régions retraite. [Thèse] Université de Lorraine, 2012.
- Saidj.F, 2007.** Extraction de l'huile essentielle de thymus numidieus Kabylica. Mémoire.
- Sefidkon.F, Nikkah.F, Ashoorabadi.E.S, 2009.** The effect of distillation methods and plant growth stages on the essential oil content and composition of *Thymus vulgaris*.L. Journal of medicinal and aromatic plants, 309-320p.
- Sidali.L, Brada.M, Fauconnier.M.L, Lognay.G, 2014.** Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* du Nord d'Algérie.
- Tachefine.A, 2013.** Étude des activités antibactérienne et antifongique de l'huile essentielle du thym (*thymus vulgaris*). Mémoire.
- Tamert.A, 2016.** Labiées des monts de tessalla wilaya de sidi Belabbes, Histologie et photochimique. Thèse, université-Constantine.
- Touhami.A, 2017.** Étude chimique et microbiologique des composants des huiles essentielles de différents genres thymus récoltées dans les régions de l'est Algérien pendant les des deux périodes de développement. Thèse de Doctorat.
- Toure.D, 2015.** Étude chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat.
- Yakhlef.G, 2010.** Étude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *thymus vulgaris* et *laurus nobilis*.
- Zeghad.N, 2009.** Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinaalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne. Mémoire, université-Constantine.
- Zeghib.A, 2013.** Etude phytochimique et activités antioxydants, antiproliférative, antibactérienne et antivirale d'extraits et d'huiles essentielles de quatre espèces endémiques du genre thymus. Thèse de doctorat en science. Université-Constantine.
- Zermane.A, 2010.** Etude l'extraction supercritique application aux systèmes agroalimentaires.
-
