

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الجيلالي بونعامة خميس مليانة

Université Djilali Bounaama Khemis Miliana

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre

Département de Biologie



Mémoire de fin d'étude

*En vue de l'obtention d'un diplôme de **Master** en*

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

**Etude de l'activité antifongique et antioxydante des extraits
de *Thymus vulgaris* et *Thymus serpyllum***

Présenté par :

M^{me} : BOUCHARÈB Souhila

M^{elle} : REKIA Siham

Soutenu le : 02 Juillet 2018, Devant le jury:

<i>Présidente : Mme Mostefa Sari F.</i>	<i>MAA</i>	<i>U.D.B Khemis Miliana</i>
<i>Promotrice : Mme Daoudi A.</i>	<i>MAA</i>	<i>U.D.B Khemis Miliana</i>
<i>Co promotrice : Mme Laissaoui A.</i>	<i>MAB</i>	<i>U.D.B Khemis Miliana</i>
<i>Examinatrice : Mme Bensehaila S.</i>	<i>MAB</i>	<i>U.D.B Khemis Miliana</i>
<i>Examinatrice: Mme Aiza A.</i>	<i>MAB</i>	<i>U D.B Khemis Miliana</i>

Année universitaire 2017/2018

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À mes parents .Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour Dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

À mon père, qui est Toujours disponible pour nous, et prêt à nous aider, je lui confirme mon attachement et mon profond respect

À ma mère qui m'a encouragé durant toutes mes études, et qui sans elle, ma réussite n'aura pas eu lieu.

Aussi je dédie ce travail

À mes frères : Omar, Abdellah et sa femme Halima.

À mes sœurs : Fouzia,

Djamila ; son fils Hicham et son mari Hamid,

Soriya ; ces belles filles Nossayma, Feryal , Tasnim et son mari AbdelKader.

À tous mes amis et camarade:

Mon binôme Souhila, Hayet, Siham et Fatima.

À tout personnes que n'aurions nommées ici et tous que connue moi.

Siham

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, que dieu te garde dans son vaste paradis, maman que j'adore.

À l'homme de ma vie, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père.

À celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet, que dieu leur procure bonne santé et longue vie; mon cher mari Abdelkader.

À mes chères sœurs, Wissam, Sabrina, Bouchra et Achwak,

Manel ; son fils Raid et son mari Abdellah

À mon cher frère, Abdeldjalil et sa fiancée Asma.

À ma grand-mère et mon grand père.

À ma douce Nadira et toute la famille Boulekbache.

À mon cousin, Amine.

À mes beaux-parents que j'aime, Benabdallah et Thasadhith.

À mes belles-sœurs, Hadjira, Marwa , Chahra, Nabila et sa fille Miral.

À mes beaux-frères, Ahmed et Mustapha.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, mes aimables amis, collègues d'étude, et sœurs de cœur, mon binôme Siham, Aichouche, Hayet,

Karima, Meriem, Nabila, Zina, Sarah, Alya, Asma et Safia.

À toute ma famille, et mes amis.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour.

À tous qui me connaisse de près ou de loin.

Souhila

Remerciements

Avant tout, nos remerciements infinis sont adressés à « ALLAH le Tout Puissant » de nous avoir donné le courage et la santé pour achever ce travail.

Au moment où s'achève ce travail, permettez-nous de remercier du fond du cœur, tous ceux et toutes celles qui, pendant cette période de travail, nous a dirigé, soutenue, aidé et encouragé.

Tout d'abord, nous tenons à témoigner mes sincères remerciements à notre promotrice M^{me} DAOUDI Ahlem. Enseignante à l'université d'el Djilali Bounaama, Khemis Miliana, qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance tant pour avoir accordé sa confiance, sa grande disponibilité et ses précieux conseils, son aide et le temps qu'elle nous a consacré pour la réalisation de ce travail.

Nous tenons particulièrement à remercier notre co-promotrice M^{me} LAISSAOUI Aicha. Enseignante à l'université d'el Djilali Bounaama, Khemis Miliana pour sa gentillesse, ses encouragements et ses conseils tout le long de la réalisation de ce travail.

Nos remerciements s'adressent aussi, à Mr. BOUDJALLAL, enseignant à l'université d'el Djilali Bounaama, Khemis Miliana, pour son précieux aide et ses conseils avisés.

Nous tenons aussi à exprimer notre reconnaissance au Dr, ZIBOUCHE A, pour nous avoir accueillis dans son laboratoire.

Nos remerciements vont également à Fatiha et Ibtissam, responsables de laboratoire microbiologique de Dr, ZIBOUCHE A.

Nos remerciements vont aussi aux membres de jury de nous avoir fait l'honneur d'évaluer ce travail.

Notre reconnaissance va également à tous les enseignants du département de Biologie de l'université d'el Djilali Bounaama, Khemis Miliana pour l'aide pendant notre formation d'étude au long de ces cinq années.

Enfin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Souhila et Siham

RESUME

Ce travail s'inscrit dans la perspective de la valorisation des extraits huileux et aqueux des feuilles de *T. vulgaris* et *T. serpyllum* par l'étude de leurs activités antifongique et antioxydante.

On a commencé notre travail par l'extraction et la caractérisation des extraits végétaux de *T. vulgaris* et *T. serpyllum*. Le rendement obtenu est intéressant pour l'exploitation industrielle.

Les tests antifongiques des deux extraits biologiques ont été opérés sur sept souches fongiques suivant la méthode de diffusion des disques, les résultats montrent que l'HE de *T. vulgaris* et *T. serpyllum* a témoigné d'une forte action antifongique vis-à-vis des souches étudiées (la gamme des concentrations minimales inhibitrices (CMI) varie de 0.004% à 0.002% pour *T. vulgaris* et de 0.008% à 0.002% pour *T. serpyllum*). Par contre l'extrait aqueux des deux plantes n'a montré aucun effet sur les espèces de *Candida albicans* et un effet très faible sur *Aspergillus sp.* avec un diamètre de 10.66 mm pour *T. vulgaris* et 7.66 mm pour *T. serpyllum*.

Les résultats de l'évaluation de l'activité antioxydante *in vitro* ont montré que le pouvoir réducteur de 1.1-Diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH) est remarquable pour les deux huiles essentielles. Le pourcentage d'inhibition de *T. vulgaris* (95.54%) est plus élevé par rapport à celui de *T. serpyllum* (85.12%) pour toutes les concentrations utilisées.

Mots clés : *T. vulgaris*, *T. serpyllum*, extraction, HE, Extrait aqueux, activité antioxydante, activité antifongique.

Liste des abréviations

ATCC : American Type Culture Collection.

CMI : Concentration minimale inhibitrice.

DMSO : Dimethyl sulfoxide.

DPPH : (1.1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl).

EA : Extrait aqueux.

HE : Huile essentielle.

IA : Indice d'acide.

IC₅₀ : Concentration inhibitrice à 50%.

IE : Indice d'ester.

IR : Indice de réfraction.

IS : Indice de saponification.

PAM : Plantes aromatiques et médicinales.

P. vaginale : Perte vaginale.

T. vulgaris : *Thymus vulgaris*.

T. serpyllum : *Thymus serpyllum*.

Liste des figures

Figure 1 : <i>Thymus vulgaris</i> (région de KAF el SAHAB, M'sila).....	6
Figure 2 : <i>Thymus serpyllum</i> (région d'oued el fouda, Chlef).....	8
Figure 3 : <i>Thymus vulgaris</i> , état sec.....	17
Figure 4 : <i>Thymus serpyllum</i> , état sec.....	17
Figure 5 : Schéma légendé du dispositif d'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation (Meghazi, 2012).....	19
Figure 6 : Les étapes de préparation de l'extrait aqueux.....	23
Figure 7 : Principe de la méthode de diffusion par disque (Boukhatem <i>et al.</i> , 2014).....	26
Figure 8 : Schéma représente l'effet synergique entre l'extrait de <i>T.vulgaris</i> et <i>T.serpyllum</i>	27
Figure 9 : Schéma représente la méthode de CMI.....	28
Figure 10 : Mécanisme de réduction du radical libre DPPH par un antioxydant (Molyneux, 2004).....	29
Figure 11 : Taux d'humidité et de matière sèche de <i>T. vulgaris</i> et <i>T. serpyllum</i>	31
Figure 12 : Rendements en huiles essentielles des deux espèces étudiées.....	32
Figure 13 : Observation microscopique de trois souches de <i>Candida albicans</i> (Gx40).....	35
Figure 14 : Observation microscopique de trois souches de <i>Candida sp.</i> (Gx100).....	36
Figure 15 : Observation microscopique d' <i>Aspergillus sp.</i> (Gx40).....	36
Figure 16 : Zones d'inhibition de l'huile essentielle de <i>T.vulgaris</i>	37
Figure 17 : Zones d'inhibition de l'huile essentielle de <i>T.serpyllum</i>	38
Figure 18 : Zones d'inhibition de l'huile essentielle de <i>T.vulgaris</i> et <i>T.serpyllum</i>	40
Figure 19 : Effet des huiles essentielles de <i>T.vulgaris</i> et <i>T.serpyllum</i> et de leur mélange sur les souches testées.....	40

Figure 20 : Zones d'inhibition de l'extrait aqueux de <i>T.vulgaris</i>	44
Figure 21 : Zones d'inhibition de l'extrait aqueux de <i>T.serpyllum</i>	44
Figure 22 : Pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle de <i>T. vulgaris</i> , <i>T. serpyllum</i> et de la vitamine E.....	46
Figure 23 : Détermination d'IC ₅₀	47

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification de <i>Thymus vulgaris</i> (Goetz et Ghedira, 2012).....	5
Tableau 2 : Constituants chimiques de <i>Thymus vulgaris</i> (Goetz et Ghedira, 2012).....	6
Tableau 3 : Classification de <i>thymus serpyllum</i> (Goetz et Ghedira, 2012).....	7
Tableau 4 : Constituants chimiques de <i>Thymus serpyllum</i> (Goetz et Ghedira, 2012).....	8
Tableau 5 : Les espèces fongiques utilisées.....	24
Tableau 6 : Transcription des valeurs des diamètres d'inhibition pour des disques imprégnés de 10 d'huiles essentielles (Haddouchi, 2007).....	28
Tableau 7 : Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de <i>T. vulgaris</i> et <i>T. serpyllum</i>	33
Tableau 8 : Caractérisation physicochimique des deux huiles essentielles étudiées.....	34
Tableau 9 : Diamètres en (mm) des zones d'inhibition des huiles essentielles étudiées.....	37
Tableau 10 : Diamètres des zones d'inhibition de la synergie des deux les huiles essentielle.....	39
Tableau 11 : Concentration minimale inhibitrice de l'HE du <i>T.vulgaris</i>	41
Tableau 12 : Concentration minimale inhibitrice de l'HE du <i>T.serpyllum</i>	42
Tableau 13 : Diamètres des zones d'inhibition des extraits aqueux de <i>T.vulgaris</i> et <i>T.serpyllum</i>	43
Tableau 14 : Concentration minimale inhibitrice du <i>T.vulgaris</i> et <i>T.serpyllum</i>	45

Table des matières

Introduction	1
Partie bibliographique	
Chapitre I : Plantes aromatiques et médicinales	3
1. Plantes aromatiques et médicinales (PAM).....	3
1.1. Les plantes médicinales.....	3
1.2. Les plantes aromatiques.....	3
2. Généralité sur le <i>Thym</i>	3
3. Répartition géographique du genre <i>Thymus</i>	4
3.1. Dans le monde	4
3.2. En Algérie	4
4. L'utilisation de Thym	4
5. Caractéristiques de <i>Thymus vulgaris</i>	5
5.1. Nomenclature.....	5
5.2. Classification taxonomique.....	5
5.3. Description morphologique.....	5
5.4. Constituants chimiques.....	6
6. Caractéristiques de <i>Thymus serpyllum</i>	7
6.1. Nomenclature.....	7
6.2. Classification taxonomique	7
6.3. Description morphologique.....	8
6.4. Constituants chimiques.....	8
Chapitre II : Les huiles essentielles et les activités biologiques	9

1. Les huiles essentielles.....	9
1.1. Définition.....	9
1.2. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....	9
1.3. Composition chimique.....	9
1.4. Paramètres influençant la composition des huiles essentielles.....	10
1.5. Rôle des huiles essentielles chez les plantes.....	10
1.6. Différentes utilisations des huiles essentielles.....	10
1.7. Conservation des huiles essentielles.....	11
1.8. Toxicité des huiles essentielles.....	11
2. Les activités biologiques.....	11
2.1. Activité antioxydante.....	12
2.1.1. Le stress oxydant.....	12
2.1.2. Les antioxydants.....	13
2.1.2.1. Les antioxydants endogènes (enzymatiques).....	13
2.1.2.2. Les antioxydants exogènes (non enzymatiques).....	13
2.1.2.3. Les antioxydants synthétiques.....	13
2.1.3. Mécanismes d'action.....	14
2.1.4. Les Radicaux libres.....	14
2.2. Les mycoses.....	15
2.3. Activité antifongique des huiles essentielles.....	15
2.3.1. Mode d'action.....	16
Partie expérimentale	
<u>Chapitre III</u> : Matériel et méthodes.....	17
Partie I: Préparation et analyses physico-chimiques des extraits de <i>T.vulgaris</i> et <i>T.serpyllum</i>	17
I.1. Matériel.....	17

I.1.1. matériel végétale.....	17
I.1.2. Matériel non biologique.....	18
I.1.3. Réactifs et produits chimiques.....	18
I.2. Méthodes.....	18
I.2.1. Séchage des plantes.....	18
I.2.2. Détermination de la matière sèche et du taux d'humidité.....	18
I.2.3. Extraction des huiles essentielles.....	19
Mode opératoire.....	19
I.2.4. Conservation de l'huile essentielle obtenue.....	20
I.2.5. Détermination des rendements en huiles essentielles.....	20
I.2.6. Caractérisation des huiles essentielles.....	20
I.2.6.1. Propriétés organoleptiques.....	20
I.2.6.2. Propriétés chimiques.....	20
Indice d'acide IA.....	20
Indice de saponification IS.....	21
Indice d'ester Ie.....	22
I.2.6.3. Propriétés physiques.....	22
Détermination de PH.....	22
Indice de réfraction.....	22
La densité.....	22
I.2.7. Préparation des extraits aqueux.....	23
Partie II : Etude des activités antifongique et antioxydante des extraits.....	23
II.1. Matériel.....	23
II.1.1. Les souches testées.....	23
II.1.2. Les extraits.....	24

II.1.3. Matériel non biologique.....	24
II.1.4. Réactifs et produits.....	24
II.2. Méthodes.....	25
II.2.1. Evaluation de l'activité antifongique.....	25
II.2.1.1. Préparation des pré-cultures.....	25
II.2.1.2. Caractérisation microscopique des souches étudiées.....	25
II.2.1.3. Préparation de l'inoculum.....	25
II.2.1.4. L'Aromatogramme ou Méthode des Disques.....	25
II.2.1.5. Détermination de l'effet synergique.....	26
II.2.1.6. Détermination des concentrations minimales inhibitrices CMI.....	27
Lecture des résultats.....	28
II.2.2. Activité antioxydante.....	28
Principe.....	29
Mode opératoire.....	29
II.2.2.1. Détermination du pourcentage d'inhibition.....	29
Analyse statistique.....	30
<u>Chapitre IV</u> : Résultats et discussions.....	31
Partie I: Préparation et analyses physico-chimiques des extraits de <i>T. vulgaris</i> et <i>T. serpyllum</i>	31
I.1. Taux d'humidité de la matière végétale.....	31
I.2. Rendements en huiles essentielles.....	32
I.3. Caractérisation des huiles essentielles.....	33
I.3.1. Propriétés organoleptiques.....	33

I.3.2. Propriétés physico-chimiques.....	34
Partie II : Etude des activités antifongique et antioxydante des extraits végétaux.....	35
II.1. Caractérisation microscopique des souches étudiées.....	35
II.2. Activité antifongique des huiles essentielles.....	36
II.2.1. L'Aromatogramme.....	36
II.2.2. Détermination de l'effet synergique.....	39
II.2.3. Détermination des concentrations minimales inhibitrices CMI.....	41
II.3. Activité antifongique des extraits aqueux.....	43
II.3.1. L'Aromatogramme.....	43
II.3.2. Détermination des concentrations minimales inhibitrices CMI.....	45
II.4. Activité antioxydante des huiles essentielles.....	45
II.4.1. Détermination du pourcentage d'inhibition.....	45
II.4.2. Détermination de concentration inhibitrice à 50% (IC50).....	46
Conclusion et perspectives.....	49
Références bibliographiques.....	51
Glossaire	
Annexes	

Introduction

Introduction

Le monde des végétaux est plein de ressources et de vertus d'où l'homme puisse non seulement sa nourriture mais aussi utilise des substances actives qui procurent souvent un bienfait à son organisme (Labioud, 2016).

Les plantes médicinales et aromatiques ont été employées pendant des siècles comme remède pour les maladies humaines parce qu'elles contiennent des composants de valeurs thérapeutique. Elles sont utilisées dans le processus de stress oxydatif et la lutte contre les maladies infectieuses (El Kalamouni, 2010).

Les infections fongiques ont augmenté en raison d'un nombre croissant de patients à haut risque, en particulier des hôtes immunodéprimés. En outre, la candidose est l'infection fongique invasive la plus fréquente chez les patients non-neutropéniques gravement malades (Jukie et Milos, 2005). Le *Candida* et l'*Aspergillus* constituent les deux principaux types de champignons pathogènes. En revanche, les médicaments antifongiques présentent des limites, et les thérapies actuelles ont un taux de succès relativement faible, en particulier pour les mycoses invasives à *Aspergillus* et les candidémies. De plus, la relation entre l'efficacité clinique, les résultats de sensibilité et les concentrations sériques des antifongiques demeure inconnue (Sylvie et B.Pharm, 2003).

Au cours de ces dernières années la recherche de nouveaux procédés basés principalement sur l'utilisation de molécules extraites de façon naturelle a connu un regain d'intérêt dans la plupart des recherches scientifiques (Parekh *et al.*, 2005).

L'Algérie possède une position géographique particulière lui accordant une large bande de végétation très variée notamment les plantes aromatiques et médicinales qui ont été largement utilisées en médecine populaire (Jukie et Milos, 2005; Abdelguerfi, 2003).

De ce fait nous nous sommes intéressés à étudier deux espèces poussant à l'état spontané, du genre *Thymus*, l'un des genres de la famille des Lamiacées (Faleiro *et al.*, 2003) à savoir, *Thymus vulgaris* et *Thymus serpyllum* dont le but est d'exploiter de nouveaux composés comme alternatives aux produits chimiques.

La présente étude, vise à évaluer l'activité antifongique et antioxydante des huiles essentielles et l'activité antifongique des extraits aqueux issues des parties aériennes de *Thymus vulgaris* et *Thymus serpyllum*.

Dans une première partie de ce travail, nous présenterons un rappel bibliographique sur les plantes médicinales et aromatiques, les huiles essentielles et leurs activités biologiques.

Dans une deuxième partie, nous nous sommes fixés plusieurs objectifs, à savoir :

- Préparation des extraits (huile essentielle et extrait aqueux) de *Thymus vulgaris* et *Thymus serpyllum*.
- Analyses physico-chimiques de l'HE de *Thymus vulgaris* et *Thymus serpyllum*.
- Evaluation des propriétés antioxydante et antifongique des extraits préparés.

Dans une dernière partie nous discuterons les résultats obtenus au cours de cette étude.

Partie bibliographique

Chapitre 1 : Plantes aromatiques et médicinales

Chapitre I : Plantes aromatiques et médicinales

1. Plantes aromatiques et médicinales (PAM)

1.1. Les plantes médicinales

Une plante médicinale est une drogue végétale qui peut être utilisée entière ou sous forme d'une partie de plante et qui possède des propriétés médicamenteuses. Ces plantes peuvent aussi avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques.

1.2. Les plantes aromatiques

Les plantes aromatiques appartiennent à la fois au domaine des plantes médicinales et des matières premières industrielles d'origine végétale, et constituent des sources de substances naturelles complexes, destinées à apporter des caractères organoleptiques particuliers aux aliments (Anton et Lobstein, 2005).

2. Généralité sur le Thym

Les Lamiacées constituent une famille très diversifiée avec 224 genres et environ 4000 espèces¹. Elle est aussi bien répandue dans les zones tropicales que dans les zones tempérées du monde. La plus grande diversité est rencontrée selon cet ordre: le bassin méditerranéen, l'Asie centrale, le continent Américain, les Iles du Pacifique, l'Afrique équatoriale et la Chine.

Un des traits les plus caractéristiques de cette famille réside dans le fait que plusieurs genres renferment des terpènes qui sont responsables de l'odeur aromatique de ces plantes et qui sont utilisés dans la médecine traditionnelle et dans les plats de cuisine (Kabouche, 2005).

Le thym est un sous-arbrisseau vivace à tige grêles. Il se rencontre, à l'état sauvage, sur les terrains secs et les rocailleux, il s'accommode de tous les terrains, même humide.

Il est l'une des espèces végétales les plus cultivées à destination de l'herboristerie ou de l'extraction de l'huile essentielle (Mazoyer, 2002).

Il croît sur les terrains calcaires et ensoleillés, par touffes compactes, abondamment ramifiées (Hilan *et al.*, 2006).

3. Répartition géographique du genre *Thymus*

3.1. Dans le monde

Le genre thymus est l'un des 250 genres les plus diversifiés de la famille des labiées. Selon Dob *et al.*, 2006, il existe près de 350 espèces de thym réparties entre l'Europe, l'Asie de l'ouest et la méditerranée. C'est une plante très répandue dans l'Ouest du nord-africain (Maroc, Tunisie, Algérie et Libye), elle pousse également sur les montagnes d'Ethiopie et d'Arabie (ou péninsule Arabique) du sud-ouest en passant par la péninsule du Sinaï en Egypte. On peut la trouver également en Sibérie et même en Himalaya.

Selon une étude menée par Nickavar *et al.*, (2005), environ 110 espèces différentes du genre *Thymus* se concentrent dans le bassin méditerranéen. Comme étant le centre de ce genre. Le Thym se retrouve principalement dans la région méditerranéenne, l'Asie, l'Europe du Sud et l'Afrique du Nord (Jawad *et al.*, 2013).

3.2. En Algérie

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes médicinales à cause de sa superficie et sa diversité bioclimatique. Le thymus comprend plusieurs espèces botaniques réparties sur tout le littoral et même dans les régions internes jusqu'aux zones arides (Nickavar *et al.*, 2005).

4. L'utilisation de Thym

Le thym est très utilisé en médecine traditionnelle sous plusieurs formes : les feuilles sont utilisées en infusion contre la toux, en décoction pour guérir les maux de tête, hypertension et gastrites, en usage externe comme cicatrisants et antiseptiques. Les feuilles de thym sont riches en huile essentielle dont les propriétés sont mises à profit en phytothérapie. Elles sont très antiseptiques et utilisées à ce titre pour soigner les infections pulmonaires. Une action antiseptique du thym s'exerce également sur le système digestif et notamment en cas de diarrhée et il est aussi vermifuge (Akrouf et Arides, 2014).

5. Caractéristiques de *Thymus vulgaris*

5.1. Nomenclature (Goetz et Ghedira, 2012).

- **Nom scientifique :** *Thymus vulgaris*
- **Appellation locale :** zaatar
- **Nom communs :**
 - En français : thym
 - En anglais : thyme

5.2. Classification taxonomique

La classification de *thymus vulgaris* est résumée dans **le tableau 1**.

Tableau 1 : Classification de *Thymus vulgaris* (Goetz et Ghedira, 2012).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Embranchement	Magnoliophyta
Sous-embranchement	Magnoliophytina
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	Thymus
Espèce	<i>Thymus vulgaris</i>

5.3. Description morphologique

- **Les feuilles :** lancéolées ou linéaires (4-12 x 3mm). Ont un limbe coriace. Fortement enroulé sur les bords vers la face ventrale. Leur face dorsale est marquée par une nervure centrale déprimée ; les deux faces sont recouvertes d'un indument gris à gris-vert.

- **Les fleurs** : ont une couleur vert, bilabié et obturé après la floraison par une couronne de longs poils raide, ont une corolle brunâtre à l'état desséché, faiblement bilabiée, deux fois plus long que le calice.
- **La tige** : dressée, ligneuse, tortueuse et très rameuse. Les rameaux portent des feuilles opposées, subsessiles (Jean, 2009).



Figure 1 : *Thymus vulgaris* (région de Kaf el SAHAB, M'ssila).

5.4. Constituants chimiques

Le **tableau 2** résume les majeurs constituants chimiques de *Thymus vulgaris*.

Tableau 2 : Constituants chimiques de *Thymus vulgaris* (Goetz et Ghedira, 2012) .

Familles de constituants chimiques	Constituants chimiques
Huile essentielle (5 à 25 ml/kg) de composition variable (chymiotypes)	Thymol (36-55%), carvacrol (1-5%), cymène(15-28%), γ -terpinène (5-10%), β -myrcène, α -terpinène, terpinène-4-ol (0.2-2.5%), linalol(4-6.5%), α -terpinéol, camphre, géraniol, 1.8-cinéole, trans-thujanol, acétate de géranyle, acétate de linalyle, acétate d' α -terpényle, trans-sabinène
Flavonoïdes	-Flavones libres :apigénine,6-hydroxylutéolone et lutéoline -Flavanonols :taxifoline -Flavanones :naringénine -Flavones méthoxylées :cirsilinéol,8-méthoxycirsilinéol, cirsimaritrine,ériodictyol, genkwanine , sakuranétine, Salivigénine, sidéritoflavoné,thymonine et thymusine

Chapitre 1 : Plantes aromatiques et médicinales

	-Hétérosides flavoniques :apigénine-7-glucoside, lutéoline-7-glucoside et vicénine-2
Dérivés de l'acide hydroxycinnamique (principes amers des Lamiacées jusqu'à 2.5%)	Acide rosmarinique (environ 0.8 à 2.6%)
Dérivés de l'acétophénone glycosylés	4-hydroxyacétophénone et des hétérosides estérifiés avec des dérivés de l'acide benzoïque (27)
Triterpènes	Acide ursolique (1.9%), acide oléanolique (0.6%)
Monoterpène glycosylé	2-et5-βD-glucopyrannosylthymoquinols, angelicoïdénol-β-D-glucopyranoside,-ρ-cymen-9-yl β-D-glucopyranoside

6. Caractéristiques de *Thymus serpyllum*

6.1. Nomenclature (Goetz et Ghedira, 2012).

➤ **Nom scientifique :** *Thymus serpyllum*

➤ **Appellation locale :** zaatarberri

➤ **Noms communs :**

En français : Serpolet

En anglais : Wild thyme

6.2. Classification taxonomique

La classification de *thymus serpyllum* est résumée dans **le tableau 3**.

Tableau 3 : Classification de *thymus serpyllum* (Goetz et Ghedira, 2012).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Embranchement	Magnoliophyta
Sous-embranchement	Magnoliophytina
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	Thymus
Espèce	<i>Thymus serpyllum</i>

6.3. Description morphologique

- **Les feuilles** : opposées, elliptiques et ponctuées, et à petits glomérules.
- **Les fleurs** : très odorantes blanches, roses ou pourpres.
- **La tige** : couchées, grêles et ramifiées (Jean, 2009).



Figure 2 : *Thymus serpyllum* (région de Oued el fouda, Chlef).

6.4. Constituants chimiques

Le **tableau 4** résume les majeurs constituants chimiques de *Thymus serpyllum*.

Tableau 4 : Constituants chimiques de *Thymus serpyllum* : (Goetz et Ghedira, 2012).

Familles de constituants chimiques	Constituants chimiques
Huile essentielle (1 à 6 ml/kg) de composition variable (chymiotypes)	Le carvacrol est majoritaire (teneur de 20 à 40 %), le thymol et p-cymène (jusqu'à 45%), linanol, α -terpinéol, γ -terpinène 1,8-cinéole (environ 18 %) + p-cymène (environ 18 %), α -terpinéol, β -caryophyllène, acétate de bornyle, germacrène D
Flavonoïdes	-Flavones libres : quercétine, apigénine -Flavanone : naringénine -Flavone méthoxylée : ériodictyol -Hétérosides flavoniques : apigénine-7-glucoside
Dérivés de l'acide hydroxycinnamique (=principes amers ou «tanins des Lamiacées», jusqu'à 7 %)	Acide rosmarinique (environ 0,8 à 2,6 %), acide caféique, acide férulique

Chapitre 1 : Plantes aromatiques et médicinales

Triterpènes	Acide ursolique (%), acide oléanolique(%)
--------------------	-------------------------------------------

Chapitre 11 : Les huiles essentielles et les
activités biologiques

Chapitre II : Les huiles essentielles et les activités biologiques

1. Les huiles essentielles

1.1. Définition

Les huiles essentielles, appelés communément essence, sont les substances odorantes volatiles contenues dans les végétaux. Elles sont des mélanges de constituants plus ou moins nombreux, généralement liquides. Il s'agit de la sécrétion naturelle élaborée par le végétal et contenue dans les cellules de la plante, soit dans les fleurs, dans les sommités fleuries, soit dans les feuilles, dans l'écorce, dans les racines, dans les fruits, ou dans les graines (Boughendjioua, 2015; Gilly, 2005; Kaloustian et Hadji-Minaglou, 2013).

1.2. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des liquides volatiles à température ambiante, ce qui les différencie des huiles fixes. Elles ne sont que très rarement colorées. Leur densité est en général inférieure à celle de l'eau. Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévie la lumière polarisée. Solubles dans les solvants organiques usuels, elles sont liposolubles (Chouitah, 2012). Les huiles essentielles sont entraînaibles par la vapeur d'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et les huiles fixes, mais insolubles dans l'eau. Elles sont altérables, sensibles à l'oxydation et ont tendance à se polymériser donnant lieu à la formation de produits résineux, il convient alors de les conserver à l'abri de la lumière et de l'air (Laib, 2011; Rakotonanahary, 2012).

1.3. Composition chimique

Le nombre des molécules chimiquement différentes qui constituent une huile essentielle est variable (Boughendjioua, 2015; Mihailovic-Stanojevic *et al.*, 2014). A côté des composés majoritaires (entre 2 et 6 généralement), on retrouve des composés minoritaires et un certain nombre de constituants sous forme de traces (Pibiri, 2005).

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et variables de constituants qui appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes :

- ❖ le groupe de terpénoïdes.
- ❖ le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Benbouali, 2006).

D'après Pibiri, (2005), la structure des composés des huiles essentielles est constituée d'un squelette hydrocarboné, constituant une chaîne plus ou moins longue. Sur ce squelette de base est souvent présent un ou plusieurs sites fonctionnels semblables ou différents. La majorité des sites fonctionnels sont des sites oxygénés avec un ou plusieurs atomes d'oxygène, pour quelques groupes fonctionnels azotés ou soufrés (Fillatre, 2011; Hernandez Ochoa, 2005; Bakkali *et al.*, 2008).

Une étude menée par Dob *et al.*, (2006) sur les thymus d'Afrique du nord a démontré que le composé majoritaire était le thymol chez les espèces d'Algérie et du Maroc et le carvacrol chez les espèces de Tunisie.

1.4. Paramètres influençant la composition des huiles essentielles

Les variations qualitatives et quantitatives rencontrées dans la composition chimique des huiles essentielles des différentes plantes médicinales, peuvent être dues à certains facteurs écologiques, à la partie de la plante utilisée, au stade végétatif de la plante (Brada *et al.*, 2007) ou même à des facteurs génétiques (Belmalha *et al.*, 2015).

1.5. Rôle des huiles essentielles chez les plantes

Les huiles essentielles permettent aux plantes de s'adapter à leur environnement et assurer leur ultime défense, elles jouent deux rôles écologiques principales : (Chouitah, 2012; Silvant, 2015).

- Interaction plante-plante (inhibition de la germination et de la croissance)
- Interaction plante-animal, pour leur protection contre les prédateurs.

Par leur odeur, elles attirent les agents chargés de la pollinisation et de dissémination des graines. Elles jouent également un rôle de défense contre les pathogènes, par l'effet répulsif (elles agissent à distance en empêchant l'approche de ravageurs) vis-à-vis de certains herbivores (Benbouali, 2006; Kaloustian et Hadji-Minaglou, 2013).

1.6. Différentes utilisations des huiles essentielles

Les huiles essentielles des plantes ont trouvé leur place en aromathérapie, en pharmacie, en parfumerie, en cosmétique et dans la conservation des aliments. Leur utilisation est liée à leurs larges spectres d'activités biologiques reconnues (Cheurfa *et al.*, 2013).

Chapitre II : Les huiles essentielles et les activités biologiques

Elles sont largement utilisées dans la médecine alternative grâce à leurs propriétés antiseptiques, antispasmodiques et antimicrobiennes (El Ajjouri *et al.*, 2008).

Les huiles essentielles peuvent être utilisées dans les cas suivants : friction, inhalation, vaporisation, bain aromatique, diffusion, bain des pieds en compresse, massage et soin de la peau (Bendriss, 2003).

1.7. Conservation des huiles essentielles

Les huiles essentielles doivent être conservées dans un endroit frais, à l'abri de la lumière, dans du verre brun ou de l'aluminium vitrifié pour préserver leur qualité. Une essence bien distillée se conserve trois ans au moins. (Benbouali, 2006).

1.8. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont présentées généralement comme « sans danger » mais sont aussi des composés puissants grâce à leur composition chimique complexe, les huiles essentielles doivent être utilisées avec une extrême prudence, du fait qu'elles peuvent présenter de très graves dangers lors d'une utilisation abusive ou aléatoire autonome qui est souvent favorisée par le fait que bon nombre de ces produits sont distribués en dehors du secteur pharmaceutique.

Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (les huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde) (Abdelli, 2018).

2. Les activités biologiques

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, (Billerbeck, 2007; Duarte *et al.*, 2007) et d'origine fongique (Duarte *et al.*, 2005).

Cependant, elles possèdent également, des propriétés cytotoxiques (Bakkali *et al.*, 2008) qui les rapprochent des antiseptiques et des désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre (Dorman et Deans, 2000).

2.1. Activité antioxydante

L'activité antioxydante des huiles essentielles est l'une des propriétés biologiques importantes (Edris, 2007).

Une grande partie de l'intérêt des recherches actuelles porte sur l'étude de molécules antioxydantes qui agissent comme captateurs de radicaux libres. Ces derniers sont des espèces chimiques ou des molécules contenant un ou plusieurs électrons non appariés causant des dommages à d'autres molécules. Ces espèces chimiques sont générées, *in vivo*, sous forme de dérivés oxygénés réactifs ERO tels que l'anion super oxyde, le radical hydroxyle et peroxyde d'hydrogène, qui sont très réactifs (Halliwell et Gutteridge, 1990).

La surproduction de ces radicaux peut être néfaste pour l'organisme. En effet, ils endommagent de nombreux composants cellulaires aussi divers tels que les protéines, les lipides ou l'ADN en entraînant un stress oxydatif (Edris, 2007) ; qui implique de nombreuses maladies comme la maladie d'Alzheimer, la maladie de Parkinson, la sclérose en plaques, les maladies cardiovasculaires, l'insuffisance cardiaque, et le cancer (Halliwell et Gutteridge, 1990; Jukie et Milos, 2005).

2.1.1. Le stress oxydant

Le stress oxydatif réfère à une perturbation dans la balance métabolique cellulaire durant laquelle, la génération d'oxydants accable le système de défenses antioxydantes, que ce soit par une augmentation de la production d'oxydants et/ou par une diminution des défenses antioxydantes.

Ce déséquilibre peut avoir diverses origines, citons la surproduction endogène d'agents pro-oxydants d'origine inflammatoire, un déficit nutritionnel en antioxydants ou même une exposition environnementale à des facteurs pro-oxydants (tabac, alcool, médicaments, rayons gamma, rayons ultraviolets, herbicides, ozone, amiante, métaux toxiques). L'accumulation des espèces oxygénées réactives a pour conséquence l'apparition de dégâts cellulaires et tissulaires souvent irréversibles dont les cibles biologiques les plus vulnérables sont les protéines les lipides et l'acide désoxyribonucléique (Smirnoff, 2005; Ghedadba et al., 2015).

2.1.2. Les antioxydants

Un antioxydant peut être défini comme toute substance qui, en petites quantités, est capable d'empêcher ou de retarder l'oxydation des substrats, de minimiser efficacement les rancissements, retarder la peroxydation lipidique, sans effet sur les propriétés sensorielle et nutritionnelle du produit alimentaire (Favier, 2003; Brar *et al.*, 2014; Rizzo *et al.*, 2010; Hellal, 2011; Labiod, 2016).

Il existe plusieurs types d'antioxydants :

2.1.2.1. Les antioxydants endogènes (enzymatiques)

L'un des systèmes de défense antioxydants enzymatiques est constitué de trois enzymes : le superoxyde dismutase SOD, la glutathion peroxydase GSH-Px et la catalase. Ces enzymes ont une action complémentaire sur la cascade radicalaire au niveau du superoxyde et du peroxyde d'hydrogène, conduisant finalement à la formation d'eau et d'oxygène moléculaire (Mika *et al.*, 2004).

2.1.2.2. Les antioxydants exogènes (non enzymatiques)

Certains composés antioxydants comme les vitamines E (tocophérol), C (acide ascorbique), Q (ubiquinone). La vitamine piègeuse va devenir un radical, puis sera soit détruite, soit régénérée par un autre système. (Kohen et Nyska, 2002).

Les caroténoïdes et les polyphénols constituent de vastes familles de composés (plusieurs centaines) parmi lesquels se trouvent le β -carotène, l'acide caféique et la quercétine. Les caroténoïdes et les polyphénols sont généralement de bons capteurs de radicaux hydroxyles $\cdot\text{OH}$ et peroxydes $\text{RO}_2 \cdot$. Ils sont donc susceptibles d'inhiber les chaînes de peroxydation lipidique, mais d'une manière moins efficace que celle de l' α -tocophérol. En outre, les caroténoïdes ont un rôle spécifique de capteur d'oxygène singulet $^1\text{O}_2$, ce qui leur permet d'exercer une protection vis-à-vis des dommages induits par les rayons ultraviolets de la lumière solaire (Monique *et al.*, 2003).

2.1.2.3. Les antioxydants synthétiques

Il s'agit du butylhydroxytoluène (BHT), du butylhydroxyanisole (BHA) et des esters de l'acide gallique : gallate de propyle, gallate doctyle, et de dodécyle. Le BHT

est un antioxydant de rupture de chaîne, très efficace et peu coûteux. Le BHA est un mélange de deux isomères de position dont l'efficacité est un peu inférieure à celle du BHT. Il existe d'autres antioxydants synthétiques peu utilisés tels que la TBHQ (tertiobutylhydroquinone), l'acide nordihydrogualarétique (NDGA), et le 4-hydroxyméthyl 2,6-ditertiobutylphénol ou Ionox 100, dont les propriétés antioxydantes sont voisines de celles du BHT (Amarowicz *et al.*, 2000).

2.1.3. Mécanismes d'action

Les mécanismes d'action des antioxydants sont divers, incluant le captage de l'oxygène singulier, la désactivation des radicaux par réaction d'addition covalente, la réduction de radicaux ou de peroxydes, la chélation des métaux de transition (Favier, 2003).

Les antioxydants sont des agents de prévention (Yakhlef, 2010), ils bloquent la phase d'initiation du processus d'oxydation en complexant les catalyseurs, en réagissant avec l'oxygène, ou des agents de terminaison capables de dévier ou de piéger les radicaux libres. Ils agissent en formant des produits finis non radicalaires. Ils peuvent également chélater des traces métalliques responsables de la production des espèces réactives oxygénées ou encore interrompre la réaction en chaîne de peroxydation, en réagissant rapidement avec un radical d'acide gras avant que celui-ci ne puisse réagir avec un nouvel acide gras. Tandis que d'autres, absorbent l'énergie excédentaire de l'oxygène singulet pour la transformer en chaleur (Favier, 2006).

Les antioxydants visent également à protéger les systèmes cellulaires des effets des processus potentiellement nocifs qui causent l'oxydation excessive (Hale, 2003).

2.1.4. Les Radicaux libres

Par définition, un radical libre est défini comme toute molécule ou atome possédant un ou plusieurs électrons non appariés (capables d'exister sous forme indépendante) et contenant au moins un électron libre sur couche externe. Ce qui augmente considérablement sa réactivité par nécessité de se combiner avec un autre électron pour atteindre la stabilité selon un phénomène d'oxydation (Finaud *et al.*, 2006). (MacLaren, 2007; Sayre *et al.*, 2008; Gotoa *et al.*, 2008).

Les principales espèces réactives de l'oxygène sont: le radical superoxyde (O₂⁻), le radical hydroxyle (OH), le monoxyde d'azote (NO), mais aussi certains dérivés oxygénés réactifs non radicalaires dont la toxicité est importante tel que le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) (Roberts *et al.*, 2010).

2.2. Les mycoses

Les mycoses sont des infections provoquées par des champignons microscopiques. Certains, déjà présents dans l'organisme ou sur la peau, n'engendrent de mycoses profondes que chez des personnes immunodéprimées (sujets traités par immunodépresseurs, malades du sida....etc). D'autres, pathogènes comme certains dermatophytes (*Epidermophyton*, *Microsporum* et *Trichophyton*) ou levures (*Candida sp*) causent des mycoses cutanéomuqueuses, moins graves, mais beaucoup plus fréquentes (Derbré et Lamassiaude-Peyramaur, 2010).

Les principaux types de mycoses sont : (Bertrand et Pascal, 2008; Chabasse et Pihet, 2008; Amouri *et al.*, 2010).

- Les candidoses
- Les dermatophytoses
- Les malassizioses
- Les aspergilloses
- Les cryptococcoses

2.3. Activité antifongique des huiles essentielles

Le pouvoir des huiles essentielles exercé contre les moisissures allergisantes, les dermatophytes et les champignons pathogènes et opportunistes, a été mis en évidence par de nombreux travaux (Ouraiïni *et al.*, 2005; Duarte *et al.*, 2007). Les huiles essentielles des plantes aromatiques les plus étudiées appartiennent à la famille des Lamiacées et des Astéracées. Toutefois, d'autres familles telles que les Rutacées, les Myrtacées, les Lauracées, les Verbénacées, les Cupressacées, les Liliacées, les Apiacées, les Taxodiacées, les Chénopodiacées, les Théacées et les Géraniacées sont également rapportées dans la littérature pour l'activité antifongique de leurs huiles essentielles (Voda *et al.*, 2004; D'Auria *et al.*, 2005).

Les champignons sont généralement plus sensibles à l'action des huiles essentielles que les bactéries (Abdelli, 2018) Parmi ces huiles, celles de *Thymus citriodorus* et *Cymbopogon citratus* se révèlent être très efficaces pour inhiber des levures telles que, *Candida albicans*, *Rhodotorula glutinis*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Sacharomyces cerevisiae* et *Yarrowia lypolitica* (Sacchetti *et al.*, 2005). Celle de *Citrus* (d'orange douce, de citron, de mandarine et de pamplemousse) a une activité antifongique contre *Penicillium chrysogenum*, *P. verrucosum*, *Aspergillus niger* et *A. flavus* (Sharma et Tripathi, 2006; Viuda-Martos *et al.*, 2008). Il a été démontré que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* pouvait inhiber la croissance d'un certain nombre de souches fongiques dont *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Aspergillus*, *Saprolegnia* et *Zygorhynchus*. Cette même huile pouvait potentialiser l'effet antifongique de l'amphotéricine B vis-à-vis de *C. albicans* (Giordani *et al.*, 2008).

2.3.1. Mode d'action

En général, les huiles essentielles agissent sur la biomasse et la production du pseudomycélium chez les levures et inhibent la germination des spores, l'élongation du mycélium et la toxicogénèse chez les moisissures (Abdelli, 2018). L'activité antifongique des huiles essentielles peut se faire selon deux mécanismes différents ; certains constituants peuvent provoquer une augmentation de la perméabilité de la membrane plasmique suivie de sa rupture entraînant ainsi, une fuite des électrolytes et l'épuisement des acides aminés et des sucres, d'autres peuvent s'insérer dans les lipides membranaires et par conséquent, induire la perte des fonctions membranaires (Suppakul *et al.*, 2003).

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthodes

Chapitre III : Matériel et méthodes

L'ensemble de ce travail a été réalisé au laboratoire des analyses médicales, Dr «ZIBOUCHE», Ain Defla et aux laboratoires de chimie et de biochimie, Université Djilali Bounaama Khemis Miliana pendant une durée de 4 mois (février – mai 2018).

Partie I : Préparation et analyses physico-chimiques des extraits de *T.vulgaris* et *T.serpyllum*

I.1. Matériel

I.1.1. matériel végétale

Les échantillons de *Thymus vulgaris* ont été récoltés durant la période allant du mois de mai jusqu'au mois de septembre 2017 dans la région de KAF el SAHAB, wilaya de M'sila (**Figure 3**).



Figure 3 : *Thymus vulgaris*, état sec.

Les échantillons de *Thymus serpyllum* ont été récoltés durant le mois de février dans la région d'oued el fouda, wilaya de Chlef (**Figure 4**).



Figure 4 : *Thymus serpyllum*, état sec.

I.1.2. Matériel non biologique

- Hydro-distillateur type Clevenger.
- Réfractomètre.
- Appareil de saponification.
- Etuve + Autoclave.
- Plaque chauffante.
- Balance de précision.
- Bain marie.
- Papier de pH

I.1.3. Réactifs et produits chimiques

- Hydroxyde de sodium (KOH)
- Acide chlorhydrique (HCl)
- Phénolphtaléine
- Ethanol

I.2. Méthodes

I.2.1. Séchage des plantes

Les plantes, fraîchement récoltées, sont lavées et laissées sécher à l'ombre dans un endroit sec et aéré. Devenu sèche, les feuilles sont récupérées dans des sacs propres. Notant qu'avant le lavage, une certaine quantité de la plante est récupérée pour la mesure du taux d'humidité.

I.2.2. Détermination de la matière sèche et du taux d'humidité

Le taux d'humidité est la quantité d'eau contenue dans la matière végétale. La matière sèche des feuilles de *Thymus vulgaris* et *Thymus serpyllum*, est déterminé par le procédé de séchage à l'étuve à $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ (Twidwell *et al.*, 2002). Où la masse de la matière végétale est pesé, avant et après séchage. Le taux de la M.S est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$\text{M.S (\%)} = \text{S} / \text{E} \cdot 100$$

M.S : matière sèche en %.

S : masse de creuset taré après séchage.

E : masse de la matière végétale.

A partir de la teneur en M.S on peut déterminer le taux d'humidité qui est donné par la formule suivante :

$$H (\%) = 100 \% - M.S (\%)$$

H : taux d'humidité en %.

M.S: Matière sèche en %.

I.2.3. Extraction des huiles essentielles

Nous avons procédé à une distillation simple réalisée dans le laboratoire.

❖ Mode opératoire

Le milieu réactionnel constitué par la matière végétale (10 à 40g) et l'eau distillé (650 ml) est porté à l'ébullition grâce à un chauffe-ballon. Une fois, l'ébullition s'effectue les cellules éclatent et se commencent à dégager leurs contenu en huiles essentielles, qui est alors entrainé par la vapeur d'eau jusqu'au le réfrigérant, et après la condensation dans ce dernier l'huile se rassemble dans une ampoule à décantation.

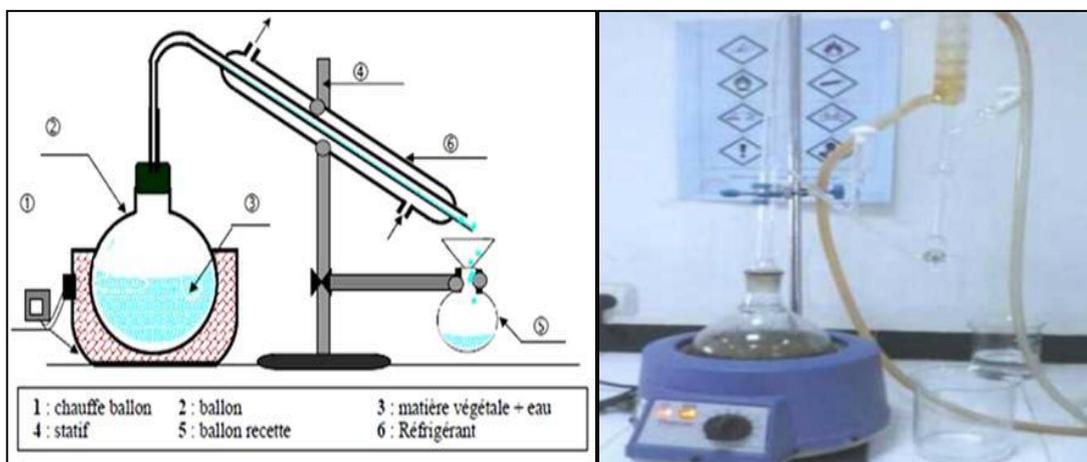


Figure 5 : Schéma légendé du dispositif d'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation (Meghazi, 2012).

I.2.4. 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 eppendorf à l'abri de l'air et de la lumière.

I.2.5. Détermination des rendements en huiles essentielles

Le rendement est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétal utilisé. Le rendement est exprimé en pourcentage (%) et est calculé par la formule suivante : (Selvakumar *et al.*, 2012)

$$\text{RHE}\% = (\text{mh} / \text{mv}) \times 100$$

RHE = rendement en huile essentielle en %.

mh = masse d'huiles essentielles récupérées en gramme (g).

mv = masse d'essai du matériel végétal en gramme (g).

I.2.6. Caractérisation des huiles essentielles

I.2.6.1. Propriétés organoleptiques

Chaque huile essentielle est caractérisée par ces propriétés organoleptiques tels que : l'odeur, l'aspect et la couleur.

- **L'aspect physique** : l'aspect d'une HE dépend des produits qui la constituent, elle nous apparaitre sous forme liquide, solide ou bien semi solide.
- **Odeur** : il appartient aux sens chimiques les plus sensibles.
- **Couleur** : la coloration d'une huile essentielle dépend des produits qui la constituent, donc la couleur change d'une huile essentielle à l'autre; elle peut être déterminé à l'œil nu.

I.2.6.2. Propriétés chimiques

➤ Indice d'acide IA

C'est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans 1g d'HE. Les acides libres sont

neutralisés par une solution Ethanol titrée par une solution d'hydroxyde de potassium (Haddouchi *et al.*, 2009).

- **Calcul**

L'indice d'acide est calculé par la formule :

$$\mathbf{IA = (V \times N \times M) / m}$$

M: masse molaire de KOH.

V : le volume, en millilitres, de solution d'hydroxyde de potassium utilisé pour le titrage.

N : normalité de la solution de KOH.

m : la masse, en grammes, de la prise d'essai. Exprimer le résultat à une décimale près.

- **Indice de saponification IS**

L'indice de saponification représente la quantité de potasse (KOH) ou de la soude (NaOH) en mg nécessaire pour saponifier un gramme de l'huile essentielle (Yousfi *et al.*, 2003).

- **Calcul**

L'indice de saponification est calculé par la formule :

$$\mathbf{IS = ((V_0 - V_1) \times M \times N) / m}$$

V₀: volume en ml de la solution d'acide chlorhydrique HCl à 0.1 N utilisé pour le témoin.

V₁: volume en ml de la solution d'acide chlorhydrique HCl à 0.1 N utilisé pour la prise d'essai.

M: masse molaire de KOH.

N : normalité de la solution de HCl.

m: masse de la prise d'essai.

➤ **Indice d'ester IE**

L'indice d'ester est le nombre de mg d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides libérés par hydrolyse en milieu basique des esters contenus dans 1g d'HE (Haddouchi *et al.*, 2009).

• **Calcul**

L'indice d'ester est exprimé via l'équation :

$$\mathbf{IE = IS - IA}$$

IS : l'indice de saponification.

IA : l'indice d'acide.

I.2.6.3. Propriétés physiques

➤ **Détermination de pH**

Le pH mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H⁺) en solution. Il s'agit d'une valeur numérique permettant de savoir si une solution est acide, basique ou neutre (Barbier *et al.*, 1961).

La détermination du pH est effectuée à l'aide d'un papier pH.

➤ **Indice de réfraction**

C'est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'HE maintenue à une température constante. La mesure de l'indice de réfraction nécessite l'utilisation d'un réfractomètre (Boukhatem *et al.*, 2014).

➤ **La densité**

Elle constitue un point de repère important car sa valeur permet d'avoir une idée sur la composition chimique de l'HE (Haddouchi *et al.*, 2009).

• **Calcul**

La densité est donnée par l'expression suivante :

$$\mathbf{d = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}}$$

m_0 : la masse du flacon vide.

m_1 : la masse du flacon rempli d'eau distillée.

m_2 : la masse du flacon rempli d'HE.

I.2.7. Préparation des extraits aqueux

Selon (Konkon *et al.*, 2006), Une quantité de 40g de poudre des feuilles séchées est portée à ébullition pendant 10 min dans 320 ml d'eau distillée (1). Le décocté refroidis subis une double filtration sur coton hydrophile (2) puis sur papier filtre (3) (**Figure 6**). Le filtrat est ensuite séché à 40°C jusqu'à l'obtention d'une poudre brune claire.

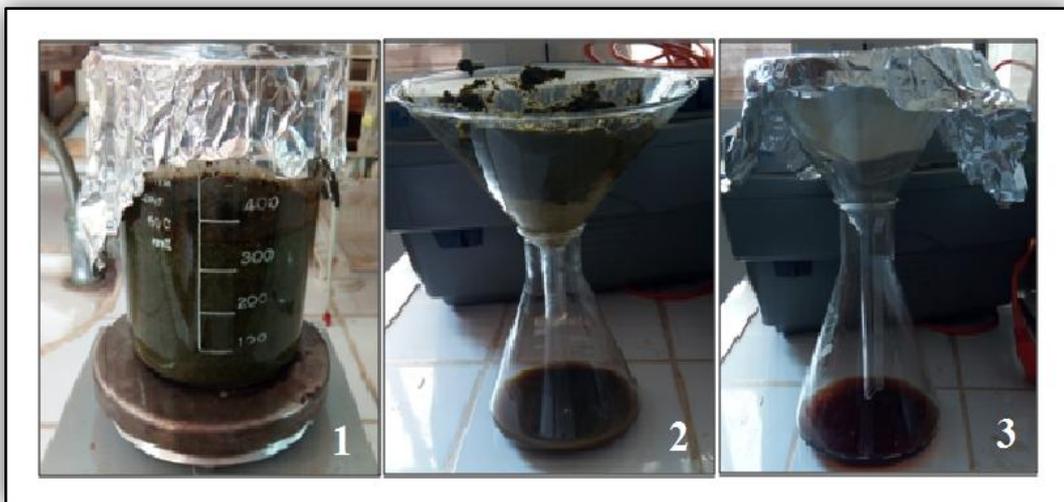


Figure 6 : Les étapes de préparation de l'extrait aqueux.

Partie II : Etude des activités antifongique et antioxydante des extraits

II.1. Matériel

II.1.1. Les souches testées

Les souches fongiques qui ont été testés pour décèle l'activité antifongique des extraits des deux plantes étudiées sont mentionnées dans **le tableau 5**.

Les souches cliniques ont été fournies par le laboratoire de Dr Zibouche A, Ain Defla.

La souche de collection internationale ATCC a été fournie par l'institu pasteur, Alger.

Tableau 5 : Les espèces fongiques utilisées.

Espèce	Code	Origine
<i>Candida albicans</i>	CA	Urine
	CA*	P. vaginale
<i>Candida sp.</i>	CSP	P. vaginale
	SCPt	Urine
	CSF	Urine
<i>Aspergillus sp.</i>	AS	Pus

Espèce	Code	Référence
<i>Candida albicans</i>	C*	10231

II.1.2. Les extraits

Nous avons testés les activités antifongique et antioxydante des extraits (HE et EA) de nos plantes.

II.1.3. Matériel non biologique

- Spectrophotomètre.
- Vortex.
- Microscope optique.
- Etuve + Autoclave.
- Bain marie.
- Hotte.
- Milieux de culture : Gélose Sabouraud et Bouillon Sabouraud.

II.1.4. Réactifs et produits

- DPPH (2,2-di-phényl –picryl-hydrazyl).
- Vitamine E.
- DMSO (di-méthyl-sulfoxyde).
- Méthanol.

II.2. Méthodes

II.2.1. Evaluation de l'activité antifongique

Afin de tester l'activité antifongique des deux huiles essentielles et deux extraits aqueux, nous avons utilisé la méthode de diffusion en milieu solide (Belhattab *et al.*, 2004) en déterminant les diamètres des zones d'inhibition. Elle est également connue sous le nom d'aromatogramme, elle permet d'étudier la sensibilité des micro-organismes aux huiles essentielles (Derbré *et al.*, 2013) , aux extraits aqueux (Maloueki *et al.*, 2015) et de mesurer leur pouvoir antimicrobien de manière fiable et reproductible. Elle est généralement considérée comme un test préliminaire pour étudier l'efficacité des extraits (Djenane *et al.*, 2011).

II.2.1.1. Préparation des pré-cultures

Les souches à tester ont été dissous dans bouillon sabouraud puis incubées à 37°C pour les *Candida* et 25°C pour *Aspergillus sp.* afin de vérifier leur viabilité. Après l'incubation, des gouttelettes de la suspension ont étéensemencées sur gélose sabouraud.

II.2.1.2. Caractérisation microscopique des souches étudiées

Les souches utilisées ont été observées à l'aide d'un microscope optique entre lame et lamelle.

II.2.1.3. Préparation de l'inoculum

Après l'incubation, des colonies bien isolées sont mises en suspension dans le bouillon sabouraud. L'inoculum est ajusté à une charge de 10^6 UFC /ml pour les levures et 10^6 spores/ml pour les moisissures (Gulluce *et al.*, 2003).

II.2.1.4. L'Aromatogramme ou Méthode des Disques

La réalisation de cette méthode repose sur le principe de l'antibiogramme. Des disques stériles de papier buvard de 6 mm de diamètre, contenant 10 µl d'extrait à tester, sont déposés à l'aide d'une pince stérile à la surface d'un milieu gélosé sabouraud, préalablementensemencé avec 1000 µl de la suspension fongique étudiée. (Haddouchi *et al.*, 2009) (Braga *et al.*, 2007). Des témoins ont été utilisés comme contrôle négatif. Les boîtes de Pétri sont ensuite fermées et laissées diffuser à température ambiante pendant 20

min avant d'être incubées à 37°C pendant 24H pour les *Candida* et 7 jours à 25°C pour *Aspergillus sp.* Les essais sont répétés trois fois.

L'activité antifongique des extraits est déterminée en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition formée autour de chaque disque (**Figure 7**). L'importance des diamètres des zones reflète l'impact de l'extrait sur les souches testées.

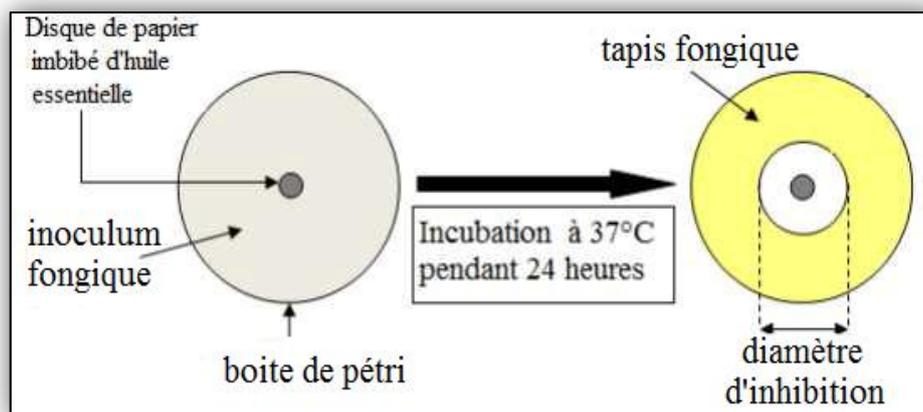


Figure 7 : Principe de la méthode de diffusion par disque (Boukhatem *et al.*, 2014).

II.2.1.5. Détermination de l'effet synergique

La synergie résulte d'une interaction positive entre deux extraits (HE ou EA) dont l'action antifongique conjointe est supérieure à l'action de chacun des deux extraits pris isolément.

Deux disques stériles de papier buvard, contenant 10 µl d'extrait à tester, sont déposés (où la distance entre eux 5 millimètre) à l'aide d'une pince stérile à la surface de la gélose sabouraud, préalablementensemencé avec 1000 µl de suspension fongique (Pibiri, 2005).

Après l'incubation, on mesure le diamètre de la zone d'inhibition formée autour les deux disques (**Figure 8**).

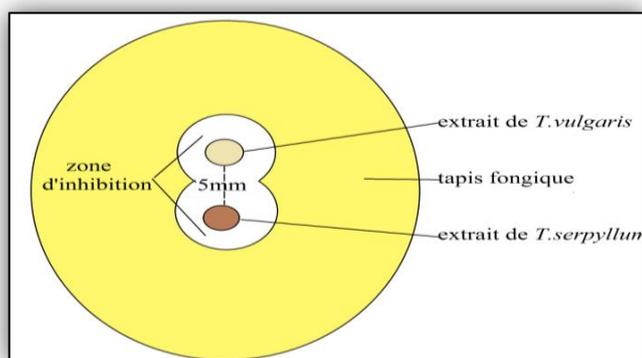


Figure 8 : Schéma représente l'effet synergique entre l'extrait de *T.vulgaris* et *T.serpyllum*.

II.2.1.6. Détermination des concentrations minimales inhibitrices CMI

Cette technique se consiste à réaliser des dilutions d'extraits (HE et EA) qui donnent un intervalle de valeurs de la concentration minimale inhibitrice pour chaque souche. Cette méthode est utilisée comme un indicateur de l'activité antifongique.

Les dilutions successives de la solution (DMSO +HE, l'eau distillée stérile + EA) ont été effectuée par progression géométrique de raison 2 de façon à obtenir les dilutions suivantes : 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 1/256, 1/512 et 1/1024 pour les huiles essentielles et 1/2, 1/4, 1/8 et 1/16 pour l'extrait aqueux.

Les disques stériles imprégnés de concentrations décroissantes d'extraits repris avec le Dimethyl sulfoxyde (DMSO) à raison de 10 μ l par disque, ont été déposés stérilement sur la surface de la gélose (cinq disque par boîte) (**Figure 9**).

Le DMSO et l'eau distillée stérile ont été utilisés comme contrôle négatif.

Tous les essais sont réalisés trois fois (Ponce *et al.*, 2003).

Après incubation, l'étude de la gamme permet de déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI) relative à chaque extrait, qui est déterminée comme étant la plus faible concentration qui inhibe plus de 90% de la croissance du champignon testé.

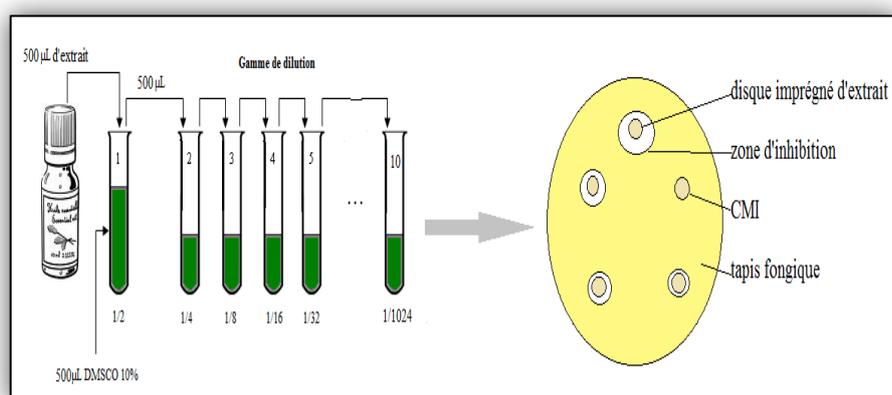


Figure 9: Schéma représente la méthode de CMI.

❖ **Lecture des résultats**

La lecture des résultats se fait par la mesure des diamètres d'inhibition qui sont représentés par une auréole claire formée autour de chaque disque. Les résultats sont exprimés dans le **tableau 6**.

Tableau 6 : Transcription des valeurs des diamètres d'inhibition pour des disques imprégnés de 10 d'huiles essentielles (Haddouchi, 2007).

Inhibition	Transcription	Sensibilité
0	0	Résistant
0.5 cm	±	Peu sensible
1 cm	+	Sensible
2 à 3 cm	++	Assez sensible
> 3 cm	+++	Très sensible

II.2.2. Activité antioxydante

L'activité antioxydante *in vitro* a été évaluée par la mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH*. Le pouvoir antioxydant de l'huile essentielle testée a été estimé par comparaison avec un antioxydant naturel (α -tocophérol). Tous les tests ont été réalisés trois fois pour chaque concentration.

❖ **Principe**

La capacité de donation des électrons par les huiles essentielles est mise en évidence par une méthode spectrophotométrique, en suivant la disparition de la couleur violette d'une solution méthanolique contenant le radical libre DPPH[•] (1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyl) (Athamena *et al.*, 2010) (**Figure 10**).

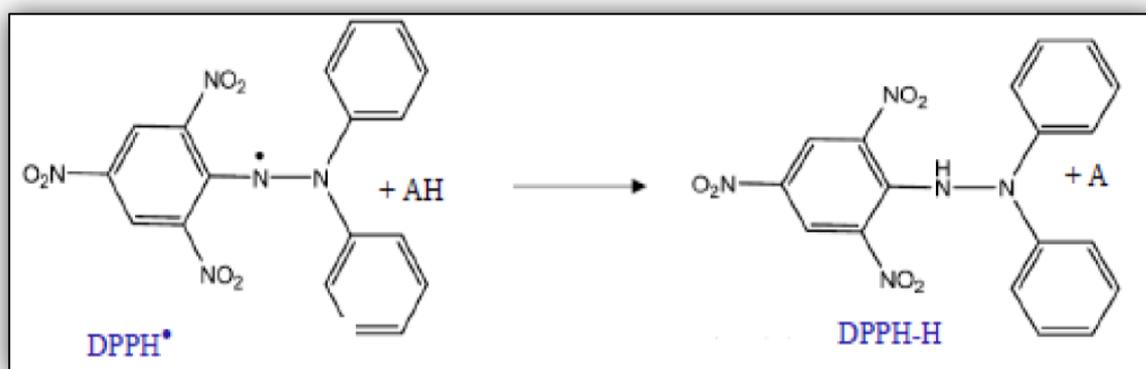


Figure 10 : Mécanisme de réduction du radical libre DPPH par un antioxydant (Molyneux, 2004).

❖ **Mode opératoire**

Le test de DPPH est réalisé en suivant la méthode décrite par (Burits et Bucar, 2000); où chacune des solutions méthanoliques des HE testées à différentes concentrations (200 µg/ml, 400 µg/ml, 600 µg/ml et 800 µg/ml) sont mélangées avec 5ml d'une solution méthanolique de DPPH(0.004%). Après une période d'incubation de 30 minutes à la température de laboratoire, l'absorbance est lue à 517nm. L'inhibition du radical libre DPPH par la vitamine E a été également analysée dans les mêmes conditions. .

II.2.2.1. Détermination du pourcentage d'inhibition

Selon (Sharififar *et al.*, 2007), l'inhibition du radical libre de DPPH en pourcentage (I%) est calculée de la manière suivante :

$$I\% = (A \text{ blanc} - A \text{ échantillon}) \times 100 / A \text{ blanc}$$

A blanc : Absorbance du blanc (DPPH dans le méthanol).

A échantillon : Absorbance du composé d'essai.

Le paramètre IC_{50} est défini comme la concentration d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du DPPH• initiale de 50% (Sharififar *et al.*, 2007).

Il a été calculé par régression linéaire à partir des graphes des taux d'inhibition.

❖ Analyse statistique

L'analyse statistique (tableaux, histogrammes, courbe) des données ont été traitées par un logiciel Excel stat 2007 et OriginPro 9.132-bit pour la détermination de la signification des résultats.

Chapitre IV : Résultats et discussions

Chapitre IV : Résultats et discussions

Partie I : Préparation et analyses physico-chimiques des extraits de *T. vulgaris* et *T. serpyllum*

I.1. Taux d'humidité de la matière végétale

La détermination de l'humidité des feuilles sèches de *T. vulgaris* et *T. serpyllum* a révélé un taux correspond à environ 80% pour *T. vulgaris* et 34.12% pour *T. serpyllum*. Ce qui signifie que le taux de la matière sèche ayant servi réellement à l'extraction des huiles essentielles est de 20 % et 65.88%, respectivement (**Figure11**).

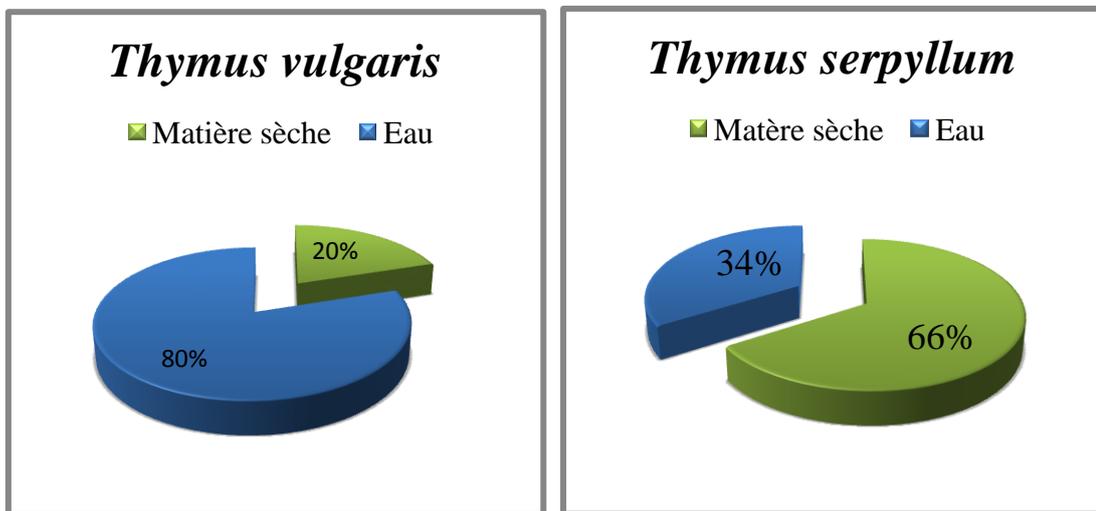


Figure 11 : Taux d'humidité et de matière sèche de *T. vulgaris* et *T. serpyllum*.

T. vulgaris a présenté un taux d'humidité nettement supérieur à celui de *T. serpyllum*. Les résultats obtenus par Abdelli, (2018), ont montré un taux d'humidité de 50.89% pour *Thymus vulgaris* de Tlemcen et 72.2% pour *Thymus vulgaris* de Mostaganem se trouvent être proche à notre résultat pour *T.vulgaris*. Par ailleurs, le taux de notre plante est beaucoup plus importants comparé à celui obtenu par Yakhlef, (2010) pour le thym originaire de Batna (9.40%).

Les variations rencontrées dans la teneur en eau de nos échantillons comparé aux travaux précités, peuvent être dues à des facteurs environnementaux tels que les conditions climatiques et la répartition géographique.

I.2. Rendements en huiles essentielles

Le rendement en huile essentielle de chaque espèce a été calculé en fonction de la matière végétale sèche obtenue à partir des feuilles de la plante. Les rendements obtenus sont 1.15 % pour *Thymus vulgaris* et 1.47 % *Thymus serpyllum* (**Figure 12**).

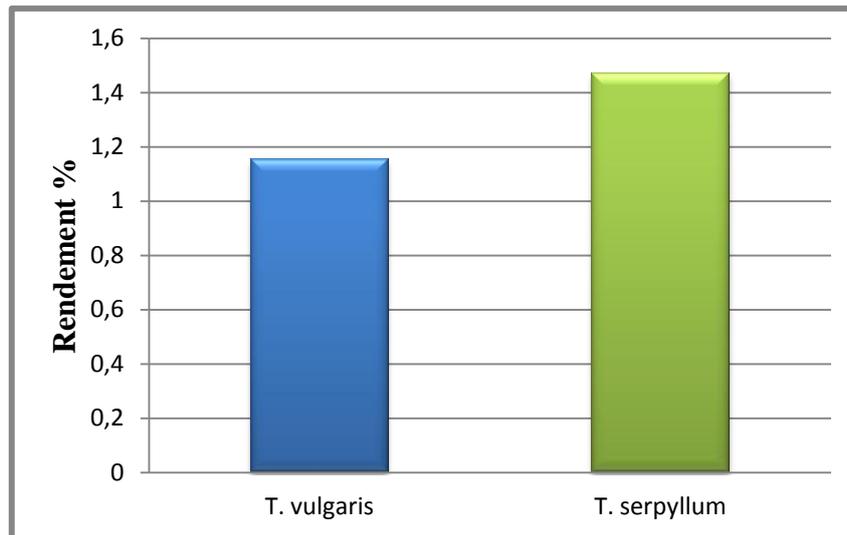


Figure 12 : Rendements en huiles essentielles des deux espèces étudiées.

Les résultats présentés dans la **figure 12** montrent que les feuilles sèches du *Thymus serpyllum* ont un rendement en huile essentielle (1.47%) plus élevé que celui obtenu par *Thymus vulgaris* (1.15%).

Une étude faite par Oulebsir *et al.*, (2015) sur *T. vulgaris* récoltée à Boumerdes, a permis d'obtenir un rendement moyen en huiles essentielles de 1.1%. Ce résultat est relativement proche du notre. Une autre étude réalisée par Abdelli, (2018) sur les espèces de *T. vulgaris* provenant de Tlemcen et Mostaganem, a montré également des rendements plus de 4.2 et 2.2% respectivement. D'autre part, des résultats inférieurs (0.5%) aux nôtres ont été obtenus par *T. vulgaris* récoltée dans la ville d'Ifrane située en Moyen Atlas au centre du Maroc. (El ouali lalami *et al.*, 2013).

Concernant *T. serpyllum*, une étude a été faite par Abu-Darwish *et al.*, (2009) à quatre endroits différents en Jordanie, (Jeresh au nord et Al-Karak, Al-Aqaba et Al-Shouback au sud) a montré des teneurs très variables en huile essentielle 3.3, 5.4, 5.6 et 2.5% respectivement. Ces résultats sont plus élevés que nos résultats. Une autre étude a été

fait par Ahmad *et al.*, (2006) sur l'espèce de *T. serpyllum* collecté en Pakistan, montre que le rendement était 0.48% qui est largement inférieur à celui de Chlef.

Les différences de quantités d'huile essentielle observées chez *T. vulgaris* et *T. serpyllum* peuvent être liées selon Kelen et Tepe, (2008) au choix de la période de récolte car elle est primordiale en termes de rendement et de qualité de l'huile essentielle. D'autres facteurs peuvent également influencer le rendement tels que la zone géographique de collecte, le climat, la génétique de la plante, l'organe utilisé, le stade de développement, le degré de fraîcheur, la période de séchage, la méthode ainsi que le matériel d'extraction utilisés (Sefidkon *et al.*, 2002; Vekiari *et al.*, 2002).

I.3. Caractérisation des huiles essentielles

I.3.1. Propriétés organoleptiques

Les paramètres organoleptiques de nos huiles essentielles obtenues par l'hydro distillation des deux plantes sont illustrés dans **le tableau 7**.

Tableau. 07: Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielle de *T. vulgaris* et *T. serpyllum*.

Plante	Couleur	Odeur	Aspect
<i>Thymus vulgaris</i>	 Jaune clair	Forte odeur	Liquide
<i>Thymus serpyllum</i>	 Jaune foncé	Forte odeur (agréable)	Liquide

L'aspect physique, la couleur et l'odeur de nos huiles essentielles sont accord avec aux rapportées par Benbouali, (2006).

I.3.2. Propriétés physico-chimiques

Les moyennes des paramètres physico-chimiques étudiés sont représentées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Caractérisation physicochimique des deux huiles essentielles étudiées.

Huiles essentielles	Indices physiques			Indices chimiques		
	Densité	IR	pH	IA	IS	IE
<i>Thymus vulgaris</i>	0.493	1.4985	6	1.683	5.61	3.927
<i>Thymus serpyllum</i>	0.856	1.499	5	2.805	11.22	8.415

La valeur de la densité de l'huile essentielle de *T. vulgaris* (0.493) est inférieure à celle de *T. serpyllum* (0.856). Cette valeur est aussi inférieure à celle obtenue par Benbouali, (2006) pour *T. vulgaris* de France (0.875), et d'Espagne (0.915) et à celle (0.9-0.955) de Haddouchi *et al.*, (2009). Ce paramètre est lié à la composition chimique de cette huile qui est affectée par un grand nombre de facteurs tels que le phénotype, le moment de récolte, le type de terrain, la conservation, le procédé et les conditions d'extraction (Hamadou et Touki, 2017).

Les résultats de l'indice de réfraction et de pH sont très proches pour les deux plantes. L'indice de réfraction de *T. vulgaris* est compris dans l'intervalle (1.491-1.510) obtenu par Haddouchi *et al.*, (2009). Ce dernier varie selon la composition chimique et la masse volumique. L'indice de réfraction (IR) représente aussi un critère de pureté de l'huile (Boukhatem *et al.*, 2010).

Les huiles essentielles de *T. vulgaris* et de *T. serpyllum* sont légèrement acides (pH<7). Il convient de souligner que le pH joue un rôle déterminant au cours des réactions chimiques et biochimiques et peut influencer les propriétés stabilisatrices d'une huile essentielle. Par conséquent, ce résultat peut amener à un bon caractère stabilisateur contre les microorganismes; ce qui permettra à ces huiles essentielles de jouer le rôle de conservateurs dans les produits alimentaires.

Pour les indices chimiques, *T. vulgaris* présente des résultats inférieurs à celle de *T. serpyllum*.

Il y a une concordance entre l'augmentation de l'indice d'acide et la diminution des PH où la valeur d'indice d'acide élevé concorde avec la faible valeur du pH des huiles essentielles (Hamadou et Touki, 2017).

Partie II : Etude des activités antifongique et antioxydante des extraits végétaux

II.1. Caractérisation microscopique des souches étudiées

Pour les trois souches de *C. albicans*, les cellules fongiques sont ovales ou rondes. Ces cellules restent attachées les unes aux autres et forment une chaîne plus ou moins ramifiée appelée pseudomycélium (**Figure 13**).

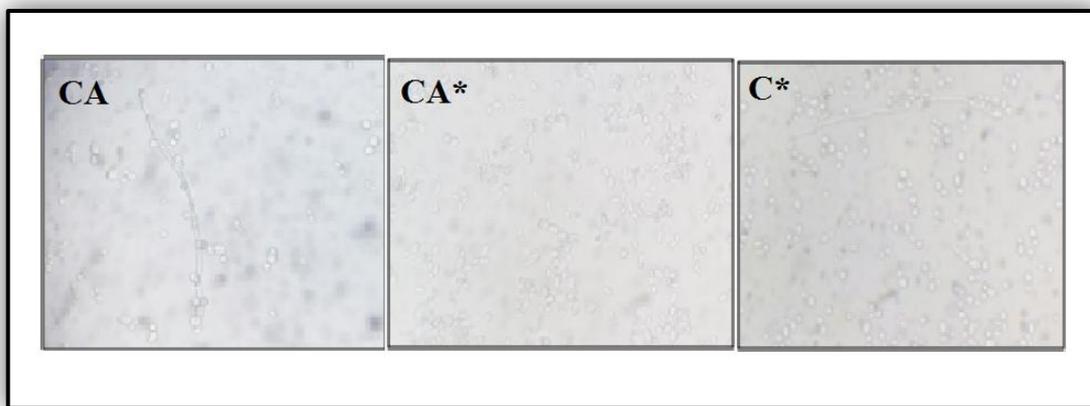


Figure 13 : Observation microscopique de trois souches de *Candida albicans* (Gx40).

Le processus de filamentation s'accompagne de modifications de la composition biochimique et antigénique de la paroi. Ces formes sont généralement observées à l'état pathogène (Beucher, 2007).

Pour les trois autres espèces de *Candida*, les cellules sont de forme ronde ou allongée, de petite taille et qui ne donnent pas de filaments (**Figure 14**).

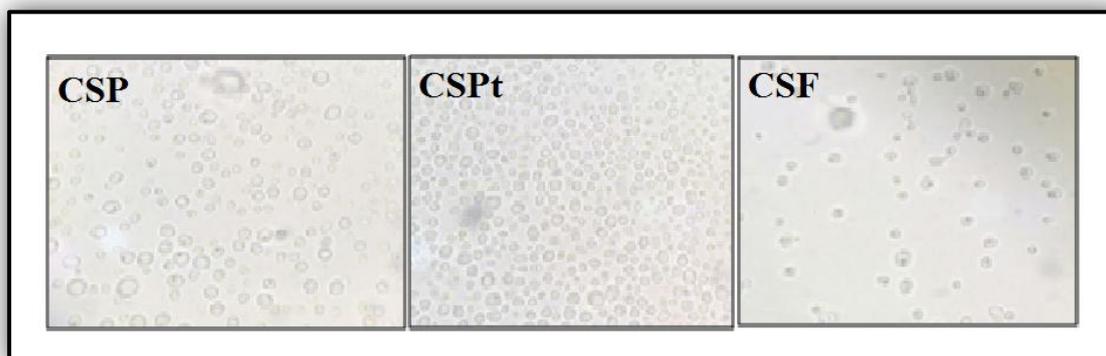


Figure 14 : Observation microscopique de trois souches de *Candida sp.* (Gx100).

Les *Aspergillus* sont caractérisés par un thalle végétatif formé de filament mycélien cloisonné (**Figure 15**).

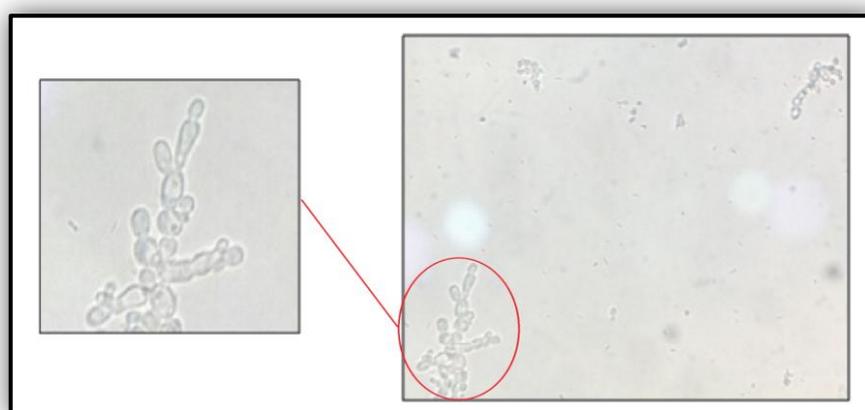


Figure 15 : Observation microscopique d'*Aspergillus sp.* (Gx40).

II.2. Activité antifongique des huiles essentielles

II.2.1. L'Aromatogramme

L'aromatogramme nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antifongique des huiles essentielles du *Thymus vulgaris* et *Thymus serpyllum* vis-à-vis de sept souches fongiques.

Les résultats du test de sensibilité microbienne aux huiles essentielles sont regroupés dans le **tableau 9**. Les valeurs indiquées sont les moyennes de trois répétitions.

Tableau 9 : Diamètres en (mm) des zones d'inhibition des huiles essentielles étudiées.

les souches testées	<i>Thymus vulgaris</i>			<i>Thymus serpyllum</i>		
	Diamètres de la zone d'inhibition (mm)	Sensibilité à l'huile essentielle	Activité	Diamètres de la zone d'inhibition (mm)	Sensibilité à l'huile essentielle	Activité
CA	21.33	++	Fongicide	16.33	+	Fongicide
CA*	67.66	+++	Fongicide	57.33	+++	Fongicide
C*	26.66	++	Fongicide	66.33	+++	Fongicide
CSP	58	+++	Fongicide	76	+++	Fongicide
CSPt	43.66	+++	Fongicide	35.66	+++	Fongicide
CSF	57.33	+++	Fongicide	71.33	+++	Fongicide
AS	38.33	+++	Fongicide	62	+++	Fongicide

Symboles : + : sensible , ++ : Assez sensible, +++ : Très sensible (Haddouchi, 2007).

Les résultats obtenus avec cette expérience montrent que les huiles essentielles de *T.vulgaris* et *T. serpyllum* ont un effet visible sur tous les champignons étudiés où elles ont présenté des zones d'inhibition assez importantes contre toutes les souches testées.

Les diamètres des zones d'inhibition sont groupés dans l'intervalle de [21.33 - 67.66mm] pour *T. vulgaris* (**Figure 16**) et [16.33 – 76 mm] pour *T. serpyllum* (**Figure 17**) où les plus grand diamètres sont enregistrés avec l'HE de *T. serpyllum*.

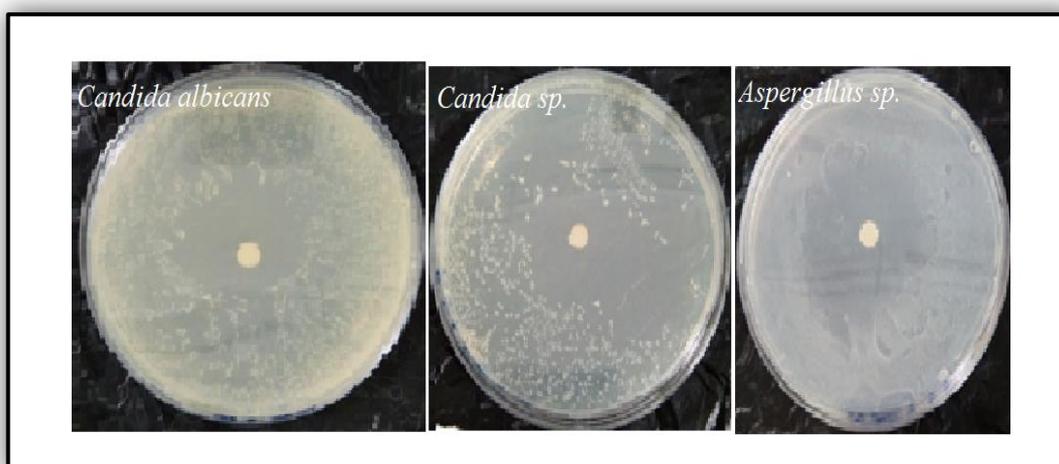


Figure 16 : Zones d'inhibition de l'huile essentielle de *T. vulgaris*.

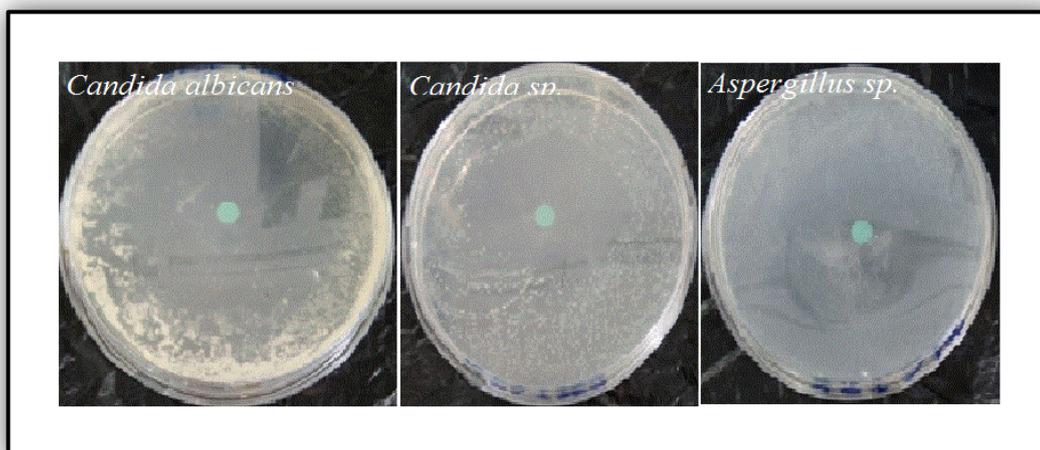


Figure 17 : Zones d'inhibition de l'huile essentielle de *T. serpyllum*.

L'effet antifongique de nos deux huiles essentielles contre *C. albicans*, avec un diamètre de 67.66 mm pour *T. vulgaris* et 66.33 mm pour *T. serpyllum* est plus grand que celui obtenu avec d'autres espèces de thym : 37.67 ± 0.58 mm pour *T. pallescens*, 27.67 ± 0.58 mm pour *T. dreatensis*, 35.00 ± 1.00 mm pour *T. munbyanus* (Chikhoun, 2007) et 30 mm pour *T. fantanesii* (Haddouchi, 2007).

Les HE sont essentiellement constitués d'hydrocarbure monoterpénique. Ces derniers jouent le rôle de précurseur des composés phénolique à savoir : Terpinene, ρ -cymène, carvacrol et thymol. L'activité antimicrobienne des huiles essentielles du thym est supposée être due à leurs constituants phénoliques (Oussalah *et al.*, 2007).

En effet, les HE avec des teneurs élevées en hydrocarbures monoterpéniques sont rapportés être très actives vis-à-vis les microorganismes. Plus les teneurs en phénols sont élevées, plus les huiles essentielles sont efficaces. Cependant les phénols ne sont pas les seuls responsables de l'intégralité de l'activité, la totalité de la composition chimique doit être prise en compte (Chikhoun, 2007).

Omidbeygi *et al.*, (2007) suggère que l'activité antimicrobienne des huiles essentielles sur les levures, pourrait être le résultat de perturbations dans plusieurs systèmes enzymatiques impliqués dans la production d'énergie et la synthèse des composants structuraux. Une fois que le composé phénolique a traversé la membrane cellulaire, les interactions avec les enzymes membranaires et les protéines provoqueraient un flux opposé de protons, affectant l'activité cellulaire. Le thymol, l'eugénol, le carvacrol

et la vanilline peuvent inactiver les enzymes essentielles, réagir avec la membrane cellulaire ou perturber la fonctionnalité du matériel génétique.

Le thymol, l'un des composants les plus connus du thym, a démontré une activité fongicide efficace contre *Aspergillus*, un fait qui révèle son grand potentiel en tant que médicaments pour le traitement médical de la maladie de l'aspergillose (Nazzaro *et al.*, 2017).

Selon Dorman et Deans,(2000), quelques composés aromatiques possèdent des activités fongistatiques. Certains composants de l'huile essentielle sont connus par leurs effets fongicides comme le carvacrol et le linalol (Laib, 2012) ce qui peuvent expliquer l'effet fongicides de ces huiles vis-à-vis les souches testées.

II.2.2. Détermination de l'effet synergique

Les résultats de la synergie des deux huiles essentielles étudiées et son effet sur les sept souches étudiées sont résumés dans **le tableau 10**.

Tableau 10 : Diamètres des zones d'inhibition de la synergie des deux les huiles essentielles.

les souches testées	Effet synergique	
	Diamètres de la zone d'inhibition (mm)	Sensibilité à l'huile essentielle
CA	75.33	+++
CA*	70.66	+++
C*	70.66	+++
CSP	78.6 6	+++
CSPt	78.33	+++
CSF	76.33	+++
AS	51	+++

Symboles : +++ : Très sensible (Haddouchi, 2007).

Les diamètres des zones d'inhibition de la synergie (**Figure 18**) entre les deux huiles essentielle sont importants. D'après les résultats obtenus (**Tableau 10**), les sept

souches sont très sensibles vis-à-vis des deux huiles essentielles. Ce qui implique l'existence d'un bon effet du mélange synergique entre les deux huiles essentielles.

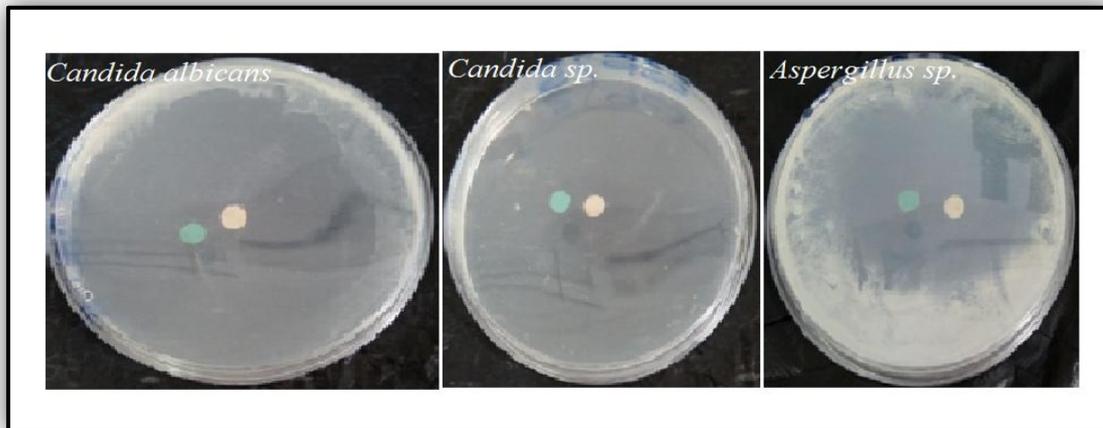


Figure 18 : Zones d'inhibition de l'huile essentielle de *T. vulgaris* et *T. serpyllum*.

D'après les résultats de la **figure 19**, on remarque que l'action antifongique conjointe est supérieure à l'effet de chaque huile prise séparément. Donc l'association réalisée est qualifiée synergique, sauf pour l'espèce *Aspergillus sp.* où *T.serpyllum* a présenté un effet plus grand avec un diamètre de 62 mm.

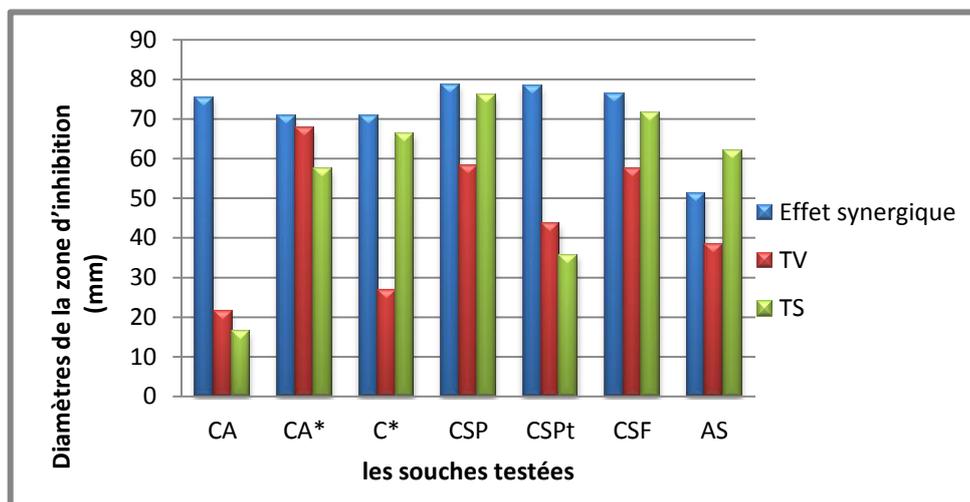


Figure 19 : Effet des huiles essentielles de *T. vulgaris* et *T. serpyllum* et de leur mélange sur les souches testées.

De nombreuses études ont indiqué que les constituants des huiles essentielles pouvaient agir de façon synergique ou antagoniste, la combinaison de certaines huiles

particulières peut augmenter l'activité fongicide, car les agents pathogènes ne peuvent pas facilement acquérir une résistance aux composants multiples de deux ou plusieurs HE (Nazzaro *et al.*, 2017).

La structure et la fonction de la membrane plasmique des cellules fongiques est une clé essentielle pour la survie de ces microorganismes, toute altération ou modification importante, qui implique la synthèse ou le maintien de la membrane cellulaire, peut entraîner des dommages et, par conséquent, entraîner la mort du champignon (Nazzaro *et al.*, 2017).

II.2.3. Détermination des concentrations minimales inhibitrices CMI

La détermination des concentrations minimales inhibitrice (CMI) des huiles essentielles de *T. vulgaris* et de *T. serpyllum* a été effectuée sur les sept germes qui ayant présenté une sensibilité par le test d'aromatogramme. Les résultats obtenus sont résumés dans les tableaux 11 et 12.

Tableau 11 : Concentration minimale inhibitrice de l'HE du *T. vulgaris*.

Les souches	Concentration de l'huile essentielle de <i>T. vulgaris</i> (%)										
	0.5	0.25	0.125	0.062	0.031	0.016	0.008	0.004	0.002	0.001	
CA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
CA*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
C*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
CSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
CSPt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
CSF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
AS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

Tableau 12 : Concentration minimale inhibitrice de l'HE du *T.serpyllum*.

Les souches	Concentration de l'huile essentielle de <i>T. serpyllum</i> (%)										
	0.5	0.25	0.125	0.063	0.031	0.016	0.008	0.004	0.002	0.001	
CA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
CA*	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
C*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
CSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
CSPt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
CSF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
AS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

Les deux huiles essentielles ont présenté une activité antifongique significative contre toutes les souches testées, les valeurs d'inhibition varient de 0.004 à 0.002% pour *T. vulgaris* et de 0.008 à 0.002% pour *T. serpyllum*.

D'après les résultats de la CMI, on remarque que *T. vulgaris* et *T. serpyllum* presque ont le même effet antifongique sur les espèces testées. Contrairement à l'étude de Nikolic *et al.*, (2014) qui ont remarque que *T. serpyllum* a un plus grand effet antifongique sur *Candida albicans* et *Candida sp.* (CMI de 1 à 2 µg/ml) que *T. vulgaris* (CMI de 20 à 40 µg/ml).

Le thymol agit au niveau de la membrane plasmique fongique en interférant avec le processus de biosynthèse de l'ergostérol, favorisant une perméabilité membranaire accrue et provoquant l'épuisement des composants essentiels à la survie des cellules fongiques (Castro *et al.*, 2015).

Généralement, les terpènes, en particulier les monoterpènes tels que le thymol, sont caractérisés par la formule chimique C₁₀H₁₆, qui peut être cyclique ou ramifiée. La structure chimique de ces molécules, leur confère des propriétés hydrophobes et leur permet de se déposer sur les structures lipophiles des microorganismes tels que la membrane plasmique ce dépôt conduit à une perméabilité accrue avec une perte conséquente des électrolytes essentiels à la survie cellulaire. D'autres mécanismes d'action

peuvent être impliqués, tels que l'inhibition de la germination des spores, la prolifération fongique et la respiration cellulaire (Sánchez *et al.*, 2004).

II.3. Activité antifongique des extraits aqueux

II.3.1. L'Aromatogramme

Tableau 13 : Diamètres des zones d'inhibition des extraits aqueux de *T. vulgaris* et *T. serpyllum*.

les souches testées	<i>Thymus vulgaris</i>		<i>Thymus serpyllum</i>	
	Diamètres de la zone d'inhibition (mm)	Sensibilité à l'extrait aqueux	Diamètres de la zone d'inhibition (mm)	Sensibilité à l'extrait aqueux
CA	00	0	00	0
CA*	00	0	00	0
C*	00	0	00	0
CSP	8.33	±	00	0
CSPt	14	+	00	0
CSF	00	0	00	0
AS	10.66	+	7.66	±

Symboles : 0 : Résistant, ± ; peu sensible, + : sensible (Haddouchi, 2007).

Les résultats obtenues (**Tableau 13 et figure 20 et 21**) montrent que l'extrait aqueux des deux plantes étudiées n'a aucune activité sur les trois souches de *Candida albicans*). Par contre l'EA de *T. vulgaris* a présenté un effet antifongique très faible contre *Candida sp.* et *Aspergillus sp.* avec des diamètres compris entre 8.33 à 14 mm. *T. serpyllum* a présenté un effet antifongique moins important contre *Aspergillus sp.* avec un diamètre de 7.66 mm.

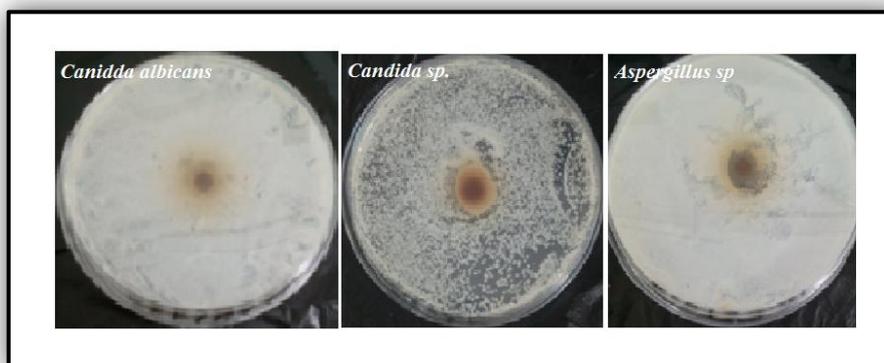


Figure 20 : Zones d'inhibition de l'extrait aqueux de *T. vulgaris*.

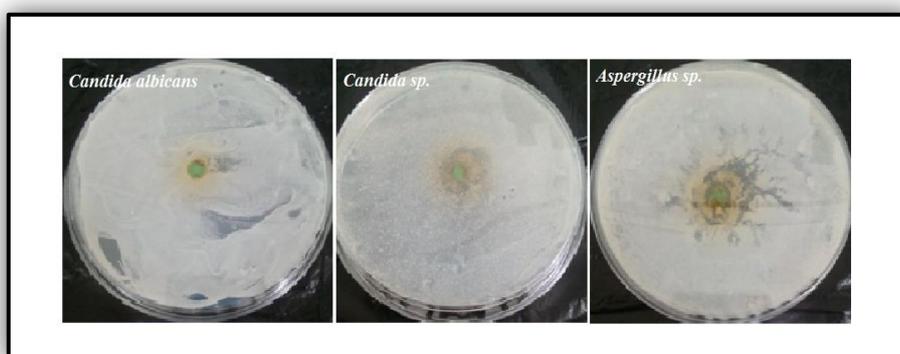


Figure 21 : Zones d'inhibition de l'extrait aqueux de *T. serpyllum*.

Nos résultats vont dans le même sens que celle de Yakhlef *et al.*, (2011) qui n'a enregistré aucun effet sur *C. albicans* avec l'EA de *T. vulgaris*.

L'activité antimicrobienne des extraits de plantes est due aux différents agents chimiques présents dans ces extraits. La variation de la composition chimique explique donc les variations observées dans l'activité antimicrobienne des extraits d'une même plante ou de plantes différentes. L'efficacité optimale d'un extrait peut ne pas être due à un constituant actif principal, mais à l'action combinée (synergie) de différents composés à l'origine de cet extrait (Essawi et Srour, 2000).

II.3.2. Détermination des concentrations minimales inhibitrices CMI

La détermination des concentrations minimales inhibitrice (CMI) des extraits aqueux de *T. vulgaris* et de *T. serpyllum* a été effectuée sur les trois germes qui ayant présenté une sensibilité par le test d'aromatogramme. Les résultats obtenus sont résumés dans le **tableau 14**.

Tableau 14 : Concentration minimale inhibitrice du *T. vulgaris* et *T. serpyllum*.

Les souches	<i>Thymus vulgaris</i> (%)					<i>Thymus serpyllum</i> (%)				
	0.5	0.25	0.125	0.063	0.031	0.5	0.25	0.125	0.063	0.031
CSP	-	-	+	+	+	/	/	/	/	/
CSPt	-	-	+	+	+	/	/	/	/	/
AS	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+

L'EA de *T. vulgaris* enregistre une activité moyenne sur les souches de *Candida sp.* avec une CMI de 0.25%.

Les deux extraits aqueux de *T. vulgaris* et *T. serpyllum* exercent une bonne activité (CMI=0.125%) avec *Aspergillus sp.* ont la même CMI de 0.125 % pour l'*Aspergillus sp.* Cette valeur n'implique que l'*Aspergillus sp.* est plus sensible que les deux souches de *Candida sp.*

II.4. Activité antioxydante des huiles essentielles

II.4.1. Détermination du pourcentage d'inhibition

L'évaluation de la capacité des huiles essentielles de *T. vulgaris* et de *T. serpyllum* à piéger le radical libre DPPH, a été réalisée par la mesure de son absorbance en présence de ces dernières, et ce, à différentes concentrations. Les résultats obtenus sont illustrés dans la **figure 22**.

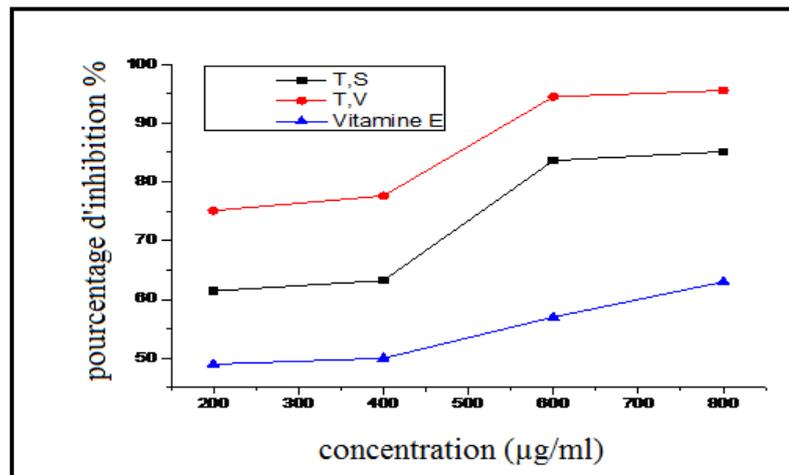


Figure 22 : Pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle de *T. vulgaris*, *T. serpyllum* et de la vitamine E.

Il semble que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration soit pour la vitamine E ou pour les huiles essentielles des deux plantes.

On remarque que le pourcentage d'inhibition du radical libre pour les deux huiles essentielles ($95.54 \pm 0.016\%$ pour *T. vulgaris* et $85.12 \pm 0.008\%$ pour *T. serpyllum*) est supérieur à celui de la vitamine E ($63 \pm 0.002\%$). Ainsi que le pourcentage d'inhibition de *T. vulgaris* est plus élevé par rapport de celui de *T. serpyllum* pour toutes les concentrations utilisées.

Il est très difficile d'attribuer l'effet antioxydant d'une HE à un ou plusieurs constituants principaux en raison que les HE contiennent toujours un mélange de différents composés chimiques, ce qui signifie que leurs profils biologiques sont probablement le résultat d'une synergie de toutes les molécules présentes dans l'HE. Cependant, il faut garder à l'esprit que les activités des HE comme antioxydants dépendent non seulement de leurs caractéristiques structurales, mais aussi de nombreux autres facteurs tels que la concentration, la température, la lumière, le type de substrat et l'état physique du système (Ballester-costa *et al.*, 2017).

II.4.2. Détermination de concentration inhibitrice à 50% (IC₅₀)

IC₅₀ est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car elle exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50%.

Plus la valeur d'IC₅₀ est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande (Dung *et al.*, 2008). Sa détermination permet d'évaluer et de comparer l'efficacité de nos échantillons.

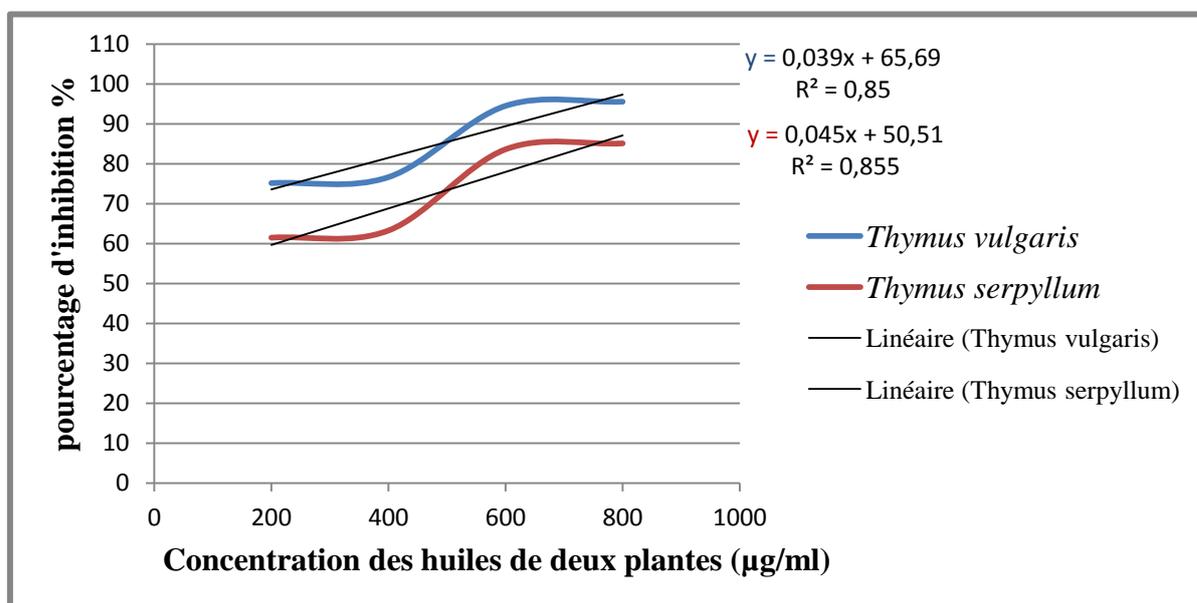


Figure 23 : Détermination d'IC₅₀

On ne peut pas déterminer la valeur d'IC₅₀ car les pourcentages d'inhibition de radical libre pour la plus faible concentration 200 µg/ml des deux huiles essentielles sont supérieurs à 50%. (75.14% > 50% pour *T. vulgaris* et 61.45% > 50% pour *T. serpyllum*). Ce qui signifie que la valeur d'IC₅₀ est inférieure à 200 µg/ml pour les deux huiles essentielles. Par contre, pour la vitamine E a un IC₅₀ est de 384±0.76µg/ml.

Les deux huiles essentielles étudiées ont un effet antioxydant plus fort que celui de la vitamine E.

T.vulgaris a présenté une activité antioxydante plus forte que *T. serpyllum*, le même résultat est trouvé par Kulisic *et al.*, (2005) avec un IC₅₀ 0.30 ± 0.06 g/l pour *T. vulgaris* et 0.40±0.05 g/l pour *T. serpyllum*, par contre une étude faite par Nikolic *et al.*, (2014) montre que *T. serpyllum* a une activité antioxydante plus forte que *T. vulgaris* avec une IC₅₀ 0.96 ± 0.05µg/ml et 1.64 ± 0.05 µg/ml respectivement.

Le potentiel antioxydant observé doit être adressé aux constituants de l'huile phénolique, tandis que l'efficacité chimio-protectrice de l'huile contre les troubles induits par le stress oxydatif est principalement due à ses propriétés de piégeage des radicaux libres (Hazzit *et al.*, 2009).

Conclusion

Conclusion et perspectives

Les huiles essentielles par leurs constituants présentent un potentiel important en tant qu'agents antifongique et antioxydant dans des plusieurs domaines industriels et médicaux.

Ce travail a été mené dans le cadre de l'étude de l'activité antifongique et antioxydante de l'huile essentielle et l'extrait aqueux extraite des feuilles de *Thymus vulgaris* et *Thymus serpyllum*.

Les résultats obtenus indiquent que le taux de matière sèche (de *Thymus vulgaris* et *Thymus serpyllum*) ayant servi réellement à l'extraction des huiles essentielles est de 66% et 20 % respectivement. L'échantillon de *Thymus serpyllum* a fourni le rendement le plus élevé : 1.47 % contre 1,15 % pour *Thymus vulgaris*.

L'activité antifongique des deux huiles essentielles est confirmée, où leur activité antifongique est très importante vis-à-vis de toutes les souches étudiées où ils sont présentés une sensibilité assez importante (67.66 mm pour *T. vulgaris* et 71.33 mm pour *T. serpyllum*). Par contre, l'extrait aqueux des deux plantes étudiées n'a aucune activité antifongique contre *Candida albicans* mais ils ont un effet très faible contre *Candida sp.* (14 mm pour *T. vulgaris*) et *Aspergillus sp.* (10.66 mm pour *T. vulgaris* et 7.66 mm pour *T. serpyllum*).

Les diamètres des zones d'inhibition pour la synergie entre les deux huiles essentielles est plus grand (78.66 mm) par rapport à les zones d'inhibitions de chaque huile essentielle (67.66 mm pour *T. vulgaris* et 71.33 mm pour *T. serpyllum*). Ce qui confirme qu'il y a une synergie entre les deux huiles essentielles. Donc, la synergie entre les huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Thymus serpyllum* plus efficaces contre les souches étudiées.

Les huiles essentielles des deux espèces étudiées ont présenté une activité antioxydante plus efficace par comparaison à la vitamine E. En revanche, le pourcentage d'inhibition de *T.vulgaris* (95.54%) est élevé par rapport au *T.serpyllum* (85.12%).

L'ensemble des résultats obtenus au cours de notre investigation, constitue une première étape dans la recherche des substances de source naturelle biologiquement active, il serait intéressant d'étayer ce travail en :

- Testant d'autres méthodes d'extraction et leurs influences sur le rendement et la composition chimique des huiles essentielles
- Fractionnant les huiles essentielles, isolant et caractérisant les composants responsables des différentes activités biologiques
- Continuant ces travaux notamment sur d'autres champignons pathogènes, afin de confirmer l'efficacité ou non des extraits de *Thymus vulgaris* et *Thymus serpyllum* et l'évaluation de l'inhibition des champignons par des études sur des modèles animaux.
- Elargissant le spectre des propriétés biologiques que peuvent posséder les huiles essentielles en évaluant d'autres activités tant au niveau in vitro qu'in vivo (antibactérienne, anti-inflammatoire, ... etc).
- Etudiant les activités antifongique et antioxydante sur d'autres extraits (phénolique, flavonoïdes, ... etc) non seulement sur les extraits huileux et aqueux.
- Utilisant les huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Thymus serpyllum* comme des agents antioxydants dans la bio-conservation alimentaire.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

-A-

- Abdelguerfi, A. (2003).** Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture. Rapport de synthèse, (March), 123.
- Abdelli, w. (2018).** *Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de Juniperus phoenicea et de Thymus vulgaris.* Université ABDELHAMID IBN BADIS - MOSTAGANEM.
- Abu-Darwish, M. S., Abu Dieyeh, Z. H., Mufeed, B., Al-Tawaha, A. R. M., & Aldalain, S. Y. A. (2009).** Trace element contents and essential oil yields from wild thyme plant (*Thymus serpyllum* L.) grown at different natural variable environments, Jordan. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7(3–4), 920–924.
- Ahmad, A. M., Khokhar, I., Ahmad, I., Kashmiri, M. A., Adnan, A., & Ahmad, M. (2006).** Study of Antimicrobial Activity and Composition By Gc / Ms Spectroscopic Analysis of the Essential Oil of *Thymus Serphyllum*. *Internet Journal of Food Safety*, 5(January 2006), 56–60.
- Akrout, A., & Arides, R. (2014).** Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie), (June).
- Amarowicz, R., Naczka, M., & Shahidi, F. (2000).** Antioxidant activity of various fractions of non-tannin phenolics of canola hulls. *J. Agric. Food Chem*, 48, 2755–2759.
- Amouri, I., Abbes, S., Sellami, H., Makni, F., Sellami, A., & Ayadi, A. (2010).** La candidose vulvovaginale, 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2010.01.005>
- Anton, R., & Lobstein, A. (2005).** *Plantes aromatique; Epices aromatiques, condiment et huiles essentielles* (Paris, Tec).
- Athamena, S., Chalghem, I., Kassah-Laouar, A., Laroui, S., & Khebri, S. (2010).** Activité anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum Cyminum* L., 11(1), 69–81.

-B-

- Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D., & Idaomar, M. (2008).** Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446–475.
- Ballester-costa, C., Sendra, E., Viuda-martos, M., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. A. (2017).** Assessment of Antioxidant and Antibacterial Properties on Meat Homogenates of Essential Oils Organic Growth, 1–11.
- Barbier, E. C., Pangaud, C., Barbier, E. C., Origine, C. P., & Et, B. (1961).** ORIGINE BOTANIQUE ET CARACTÉRISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DES MIELS.
- Belhattab, R., Larous, L., Kalantzakis, G., Boskou, D., & Exarchou, V. (2004).** Antifungal properties of *Origanum glandulosum* Desf. *Environment*, 2(1), 69–73.
- Belmalha, S., El Idrissi, M., Amechrouq, A., & Echchgadda, G. (2015).** CHEMICAL CHARACTERIZATION OF SOME SPECIES OF MOROCCAN. *Global Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, 3(2), 43–52.
- Benbouali, M. (2006).** Valorisation des extraits de plantes aromatiques et médicinales de “*Mentha rotundifolia* et *Thymus vulgaris*” Hassiba BEN BOUALI-CHLEF.
- Bendriss, H. (2003).** valorisation des extraits de plantes aromatiques et médicinales de: “*Ruta chalepensis* et *Marrubium vulgare*.” Université Hassiba BEN BOUALI – CHLEF.
- Bertrand, D., & Pascal, O. (2008).** Les antifongiques systémiques. *Le Pharmacien Hospitalier*, 43(174), 155–168.
- Beucher, B. (2007).** Spécificité antigénique de l’Als3p de *Candida albicans* et implication de cette protéine dans l’interaction avec les constituants de l’hôte. Université D’ANGERS.
- Billerbeck, V. De. (2007).** Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques, 249–250.
- Boughendjioua, H. (2015).** Intitulé *Les plantes médicinales utilisées pour les soins de la peau . Composition chimique , activité antioxydante et antimicrobiennne des huiles essentielles de Citrus limon , Cinnamomum zeylanicum et Thymus numidicus .*

Université BADJI-MOKHTAR - ANNABA.

Boukhatem, M. N., Ferhat, M. A., Kameli, A., Saidi, F., & Taibi, H. (2014). Potential application of Thyme (*Thymus vulgaris* L .) essential oil as antibacterial drug in aromatherapy. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 8(4), 1418–1431.

Boukhatem, M. N., Hamaidi, M. S., Saidi, F., & Hakim, Y. (2010). Extraction , composition et propriétés physico-chimiques de l'â€™ huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L .) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie), 37–45.

Brada, M., Bezzina, M., Marlier, M., & Carlier, A. (2007). Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles de *Mentha rotundifolia* du Nord de l'Algérie. *SciencesNew York*, 11(1), 3–7.

Braga, F. G., Maria, L., Bouzada, M., Fabri, R. L., Matos, M. D. O., Moreira, F. O., ... Coimbra, E. S. (2007). Antileishmanial and antifungal activity of plants used in traditional medicine in Brazil, *III*, 396–402.

Brar, S. K., Dhillon, G. S., & Soccol, C. R. (2014). *Biotransformation of waste biomass into high value biochemicals. Biotransformation of Waste Biomass into High Value Biochemicals* (Vol. 9781461480).

Burits, M., & Bucar, F. (2000). Antioxidant Activity of *Nigella sativa* Essential Oil, 328 (January 1999), 323–328.

-C-

Chabasse, D., & Pihet, M. (2008). Les dermatophytes : les diffi cultés du diagnostic mycologique. *RFL Revue Francophone Des Laboratoires*, 2008(406), 29–38.

Chourfa, M., Allem, R., Sebahia, M., & Belhiche, S. (2013). Effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les bactéries pathogènes responsables de gastroentérites. *Phytotherapie*, 11(3), 154–160.

Chikhoun, A. (2007). *Huiles essentielles de thym et d'origan étude de la composition chimique, de l'activité antioxydante et antimicrobienne.* Instituts National

Agroalimentaire El-Harach-Alger.

Chouitah, O. (2012). *Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de Glycyrrhiza glabra.* Université d'Oran.

-D-

D'Auria, F. D., Tecca, M., Strippoli, V., Salvatore, G., Battinelli, L., & Mazzanti, G. (2005). Antifungal activity of *Lavandula angustifolia* essential oil against *Candida albicans* yeast and mycelial form. *Medical Mycology*, 43(5), 391–396.

Derbré, S., & Lamassiaude-Peyramaur, S. (2010). Comment venir à bout des mycoses? *Actualités Pharmaceutiques*, 495, 44–46.

Derbré, S., Licznar-Fajardo, P., & Sfeir, J. (2013). Intérêt des huiles essentielles dans les angines à *Streptococcus pyogenes*. *Actualités Pharmaceutiques*, 52(530), 46–50.

Djenane, D., Yangüela, J., Montañés, L., Djerbal, M., & Roncalés, P. (2011). Antimicrobial activity of *Pistacia lentiscus* and *Satureja montana* essential oils against *Listeria monocytogenes* CECT 935 using laboratory media: Efficacy and synergistic potential in minced beef. *Food Control*, 22(7), 1046–1053.

Dob, T., Dahmane, D., Benabdelkader, T., & Chelghoum, C. (2006). Studies on the essential oil composition and antimicrobial activity of *Thymus algeriensis* Boiss. et Reut. *International Journal of Aromatherapy*, 16(2), 95–100.

Dorman, H. J. D., & Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants : antibacterial activity of plant volatile oils, 308–316.

Duarte, M. C. T., Figueira, G. M., Sartoratto, A., Rehder, V. L. G., & Delarmelina, C. (2005). Anti-*Candida* activity of Brazilian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 97(2), 305–311.

Duarte, M. C. T., Leme, E. E., Delarmelina, C., Soares, A. A., Figueira, G. M., & Sartoratto, A. (2007). Activity of essential oils from Brazilian medicinal plants on *Escherichia coli*. *Journal of Ethnopharmacology*, 111(2), 197–201.

Dung, N. T., Kim, J. M., & Kang, S. C. (2008). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and the ethanol extract of *Cleistocalyx*

operculatus (Roxb.) Merr and Perry buds. *Food and Chemical Toxicology*, 46(12), 3632–3639.

-E-

Edris, A. E. (2007). Pharmaceutical and Therapeutic Potentials of Essential Oils and Their Individual Volatile. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi = Zhongguo Zhongyao Zazhi = China Journal of Chinese Materia Medica*, 22(April 2008), 557–559.

El Ajjouri, M., Satrani, B., Ghanmi, M., Aafi, A., Farah, A., Rahouti, M., ... Aberchane, M. (2008). Activité antifongique des huiles essentielles de thymus bleicherianus pomel et thymus capitatus (l.) hoffm. & link contre les champignons de pourriture du bois d'œuvre. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 12(4), 129–135.

El kalamouni, C. (2010). *Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Toulouse.* Institut National Polytechnique de Toulouse Discipline.

El ouali lalami Abdelhakim, E.-A. F., Ouedrhiri, W., Ouazzani Chahdi, F., Guemmouh, R., & Greche, H. (2013). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain : Thymus vulagris et Thymus satureioïdis, (January 2013).

Essawi, T., & Srour, M. (2000). Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity, 70, 343–349.

-F-

Faleiro, M. L., Miguel, M. G., Ladeiro, F., Venancio, F., Tavares, R., Brito, J. C., & A.C. Figueiredo3, J. G. B. and L. G. P. (2003). Antimicrobial activity of essential oils isolated from Portuguese endemic species of Thymus, 35–40.

Favier, A. (2003). Le stress oxydant.

Fillatre, Y. (2011). Développement d'une méthode d'analyse multi-résidus dans les huiles essentielles par couplage de la chromatographie liquide avec la spectrométrie de masse en mode tandem.

Finaud, J., Lac, G., & Filaire, E. (2006). Oxidative stress : relationship with exercise and training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(4), 327–358.

-G-

Ghedadba, N., Hambaba, L., Ayachi, A., Aberkane, M. C., Bousselfela, H., & Oueld-Mokhtar, S. M. (2015). Polyphénols totaux , activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de Marrubium deserti de Noé, (June 2017).

Gilly, G. (2005). *Les plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse: Botanique-Culture.*

Giordani, R., Hadeif, Y., & Kaloustian, J. (2008). Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. *Fitoterapia*, 79(3), 199–203.

Goetz, P., & Ghedira, K. (2012). *Phytothérapie anti-infectieuse* (Soringer-v).

Gotoa, M., Uedaa, K., Hashimotoa, T., Fujiwaraa, S., Matsuyamab, K., Kometanib, T., & Kanazawaa, K. (2008). A formation mechanism of 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine mediated by peroxidized 2'-deoxythymidine. *Metabolomics*, 6(4), 518–528.

Gulluce, M., Sokmen, M., Daferera, D., Agar, G., Ozkan, H., Kartal, N., ... Sahin, F. (2003). In Vitro Antibacterial , Antifungal , and Antioxidant Activities of the Essential Oil and Methanol Extracts of Herbal Parts and Callus Cultures of *Satureja hortensis* L ., 3958–3965.

-H-

Haddouchi, F. (2007). *contribution à l'étude des huiles essentielles de Thymus fontanesii (Zaateur) de la région de Mostaganem et de Laurus nobilis (Rend) de la région de Tlemcen (Nedroma). Activité antibactérienne et antifongique en fonction de leur conservation.* Université Aboubakr Belkaid Tlemcen.

Haddouchi, F., Lazouni, H. A., Naturels, P., Biologie, D. De, Sciences, F., & Belkaid, U. A. (2009). Etude physicochimique et microbiologique de l ' huile essentielle de Thymus fontanesii Boiss & Reut. *Science*, 5(2), 246–259.

Hale, A. L. (2003). *Screening potato genotypes for antioxidant activity , identification of*

the responsible compounds , and differentiating russet norkotah strains using aflp and microsatellite marker analysis screening potato genotypes for antioxidant activity , identificat. Texas A&M University Chair.

Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (1990). Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: An overview. *Methods in Enzymology*, 186(C), 1–85.

Hamadou, F., & Touki, S. (2017). *Extraction , Caractérisation des huiles essentielles des épices : Girofle , Poivre Noir .* Université KASDI MERBAH Ouargla Faculté.

Hazzit, M., Baaliouamer, A., Verissimo, A. R., Faleiro, M. L., & Miguel, M. G. (2009). Chemical composition and biological activities of Algerian Thymus oils. *Food Chemistry*, 116(3), 714–721.

Hellal, Z. (2011). *Contribution à l'étude des p antibcateriennes et antioxydantes de certaines HE extraites des Citrus. application sur la sardine (Sardina pilchardus).* Memoire. Université MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU.

Hernandez Ochoa, L. R. (2005). *Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combiné "solvant/actif" d'origine végétale.* Institut National Polytechnique de TOULOUSE.

Hilan, C., Sfeir, R., Jawish, D., & Aitour, S. (2006). H Uiles E Ssentielles De C Ertaines, 7(2), 13–22.

-J-

Jawad, M., Schoop, R., Suter, A., Klein, P., & Eccles, R. (2013). Perfil de eficacia y seguridad de Echinacea purpurea en la prevención de episodios de resfriado común: Estudio clínico aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo. *Revista de Fitoterapia*, 13(2), 125–135. <https://doi.org/10.1002/jsfa>

Jean, B. (2009). *Pharmacognosie phytochimie plantes médicinales* (Feinberg c).

Jukie, M., & Milos, M. (2005). Catalytic Oxidation and Antioxidant Properties of Thyme Essential Oils (Thymus vulgarae L .), 78(1), 105–110.

-K-

- Kabouche, A. (2005).** *Etude phytochimique de plantes médicinales appartenant à la famille des Lamiaceae.* Université MENTOURI-CONSTANTINE.
- Kaloustian, J., & Hadji-Minaglou, F. (2013).** *la connaissance des huiles essentiellesqualitologie et aromathérapie* (Springer-V).
- Kelen, M., & Tepe, B. (2008).** Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three *Salvia* species from Turkish flora. *Bioresource Technology*, 99(10), 4096–4104.
- Kohen, R., & Nyska, A. (2002).** Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for Their Quantification. *Toxicologic Pathology*, 30(6), 620–650.
- Konkon, N. ., Simaga, D., Adjoungova, A. ., N Guessan, K. ., Zirihi, G. ., & Kone, B. . (2006).** Etude phytochimique de *Mitragyna inermis* (willd.) *O. ktze* (rubiaceae), plante afeuille antidiabetique, *XIV*, 73–80.
- Kulisc, T., Radonic, A., & Milos, M. (2005).** Paper antioxidant properties of thyme (*Thymus vulgaris L.*) and wild thyme (*Thymus serpyllum L.*) essential oils, (January).

-L-

- Labiod, R. (2016).** *Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calamintha nepeta*: activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide.* Université BADJI MOKHTAR-ANNABA- FACULTE.
- Laib, I. (2011).** *Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* sur les moisissures des légumes secs.* Université MENTOURI CONSTANTINE.
- Laib, I. (2012).** Nature & Technologie Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis*: application aux moisissures des légumes secs, 44–52.

-M-

- MacLaren, D. (2007).** *Advances in sports and exercise science series.Nutrition and Sport. Nutrition and Sport* (2007, Else ed.).

Maloueki, U., Kapetshi, J., Kabena, N. O., Ndimbo, K. S., Ngbolua, K. J., Bekeli, N., & Muganza, C. M. (2015). Activités antimicrobiennes et antioxydantes des extraits aqueux totaux des fruits de *Dialium corbisieri* et *Dialium gossweileri* (Fabaceae-Caesalpinioideae), consommés par les bonobos , Bolobo , République Démocratique du Congo, 9(April), 633–642.

Mazoyer, M. (2002). *La rousse agricole* (Mathild Ma).

Meghazi, N. (2012). *Activité antifongique de quelques huiles essentielles sur les moisissures du blé stocké.* Ecole Nationale Supérieure Agronomique.

Mihailovic-Stanojevic, N., Belščak-Cvitanović, A., Grujic, J., & Ivanov, M. (2014). Antioxidant and Antihypertensive Activity of Extract from *Thymus serpyllum* L . in Experimental Hypertension Antioxidant and Antihypertensive Activity of Extract from *Thymus serpyllum* L . in Experimental Hypertension, (December).

Mika, A., Minibayeva, F., Beckett, R., & Lüthje, S. (2004). Possible functions of extracellular peroxidases in stress-induced generation and detoxification of active oxygen species. *Phytochemistry Reviews* 2, 3, 173–193.

Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicryl- hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, 50(June 2003).

Monique, G., Bonnefont-rousselot, D., Abedinzadeh, Z., & Jore, D. (2003). Espèces réactives de l ' oxygène Comment l ' oxygène peut-il devenir toxique ? *L'actualité Chimique*, 91–96.

-N-

Nazzaro, F., Florinda, F., Raffaele, C., & Vincenzo, D. F. (2017). Essential Oils and Antifungal Activity, 1–20.

Nickavar, B., Mojab, F., & Dolat-Abadi, R. (2005). Analysis of the essential oils of two *Thymus* species from Iran. *Food Chemistry*, 90(4), 609–611.

Nikolic, M., Glamoč, J., Ferreira, I. C. F. R., Calhelha, R. C., Giweli, A., & Sokovi, M. (2014). Chemical composition , antimicrobial , antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L ., *Thymus algeriensis* Boiss . and *Reut* and *Thymus vulgaris* L .

essential oils, 52, 183–190.

-O-

Omidbeygi, M., Barzegar, M., Zohreh, H., & Hassanali, N. (2007). Antifungal activity of thyme, summer savory and clove essential oils against *Aspergillus X avus* in liquid medium and tomato paste, 18, 1518–1523.

Oulebsir-Mohandkaci, H., Ait Kaki, S., & B, D.-M. (2015). Essential Oils of two Algerian aromatic plants *Thymus vulgaris* and *Eucalyptus globulus* as Bio-insecticides against aphid *Myzus persicae* Essential Oils of two Algerian aromatic plants *Thymus vulgaris* and *Eucalyptus globulus* as Bio-insecticides against aphid, (July 2016).

Ouraini, D., Agoumi, A., Alaoui, K., Cherrah, Y., Amrani, M., & Belabbas, M. (2005). Étude de l'activité des huiles essentielles de plantes aromatiques à propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermatophytes, 147–148.

Oussalah, M., Saucier, L., & Lacroix, M. (2007). Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157:H7, *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*, 18, 414–420.

-P-

Parekh, J., Jadeja, D., & Chanda, S. (2005). Efficacy of Aqueous and Methanol Extracts of Some Medicinal Plants for Potential Antibacterial Activity. *Turk J Biol*, 29, 203–210.

Pibiri, M.-C. (2005). *assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles.* Thèse. Institut des infrastructures, des ressources et de l'environnement.

Ponce, A. G., Fritz, R., Valle, C., & Roura, S. I. (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard, 36, 679–684.

-R-

- Rakotonanahary, M. (2012).** *Peumus boldus M . De la botanique à la thérapeutique : État des connaissances en 2012.* UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER.
- Rizzo, A. M., Berselli, P., Zava, S., Montorfano, G., Negroni, M., Corsetto, P., & Berra, B. (2010).** *Endogenous Antioxidants and Radical Scavengers (Adv Exp Me).*
- Roberts, R. A., Smith, R. A., Safe, S., Szabo, C., Tjalkens, R. B., & Robertson, F. M. (2010).** Toxicological and pathophysiological roles of reactive oxygen and nitrogen species. *Toxicology*, 276(2), 85–94.

-S-

- Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M., Scaglianti, M., Manfredini, S., Radice, M., & Bruni, R. (2005).** Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chemistry*, 91(4), 621–632.
- Sánchez, M. E., Turina, V., Garc, D. A., Nolan, M. V., & Perillo, A. (2004).** Surface activity of thymol : implications for an eventual pharmacological activity, 34, 77–86.
- Sayre, L. M., Perry, G., & Smith, M. a. (2008).** Oxidative Stress and Neurotoxicity Oxidative Stress and Neurotoxicity. *Chem. Res. Toxicol*, 21(December 2007), 172–188.
- Sefidkon, F., Jalili, A., & Mirhaji, T. (2002).** Essential oil composition of three Artemisia spp. from Iran. *Flavour and Fragrance Journal*, 17(2), 150–152.
- Selvakumar, P., Naveena, B. E., & Prakash, S. D. (2012).** Studies on the antidandruff activity of the essential oil of coleus amboinicus and eucalyptus globulus. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2(SUPPL2), S715–S719.
- Sharififar, F., Moshaf, M. H., Mansouri, S. H., Khodashenas, M., & Khoshnoodi, M. (2007).** In vitro evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic Zataria multiflora Boiss, 18, 800–805.
- Sharma, N., & Tripathi, A. (2006).** Fungitoxicity of the essential oil of Citrus sinensis on post-harvest pathogens. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(6),

587–593.

Silvant, C. (2015). *L'aromathérapie la nature au service de l'humanité.* (P. 2015, Ed.).

Smirnoff, N. (2005). *Antioxidants and Reactive Oxygen Species in Plants. Antioxidants and Reactive Oxygen Species in Plants* (Blackwell).

Stahl-biskup, E., & Sáez, F. (2002). *Thyme The genus Thymus* (ISBN 0-415, Vol. 15).

Suppakul, P., Miltz, J., Sonneveld, K., & dan Bigger, S. W. (2003). Antimicrobial Properties of basil and Its Possible Application in Food Packaging. *Journal of Agricultural Dan Food Chemistry*, 51(11)(i), 3197–3207.

Sylvie, C., & B.Pharm. (2003). Les antifongiques dans le traitement des infections invasives. *Pharmactuel*, 36(1), 25–41.

-T-

Twidwell, E. K., Wagner, J. J., & Thiex, N. J. (2002). Use a Microwave Oven to Determine Moisture Content of Forages.

-V-

Vekiari, S. A., Protopapadakis, E. E., Papadopoulou, P., Papanicolaou, D., Panou, C., & Vamvakias, M. (2002). Composition and seasonal variation of the essential oil from leaves and peel of a cretan lemon variety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 147–153.

Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Perez-Álvarez, J. (2008). Antibacterial activity of lemon (*Citrus lemon L.*), mandarin (*Citrus reticulata L.*), grapefruit (*Citrus paradisi L.*) and orange (*Citrus sinensis L.*) essential oils. *Journal of Food Safety*, 28(4), 567–576.

Voda, K., Boh, B., & Vrtačnik, M. (2004). A quantitative structure-antifungal activity relationship study of oxygenated aromatic essential oil compounds using data structuring and PLS regression analysis. *Journal of Molecular Modeling*, 10(1), 76–84.

-W-

Wang, H. F., Yih, K. H., Yang, C. H., & Huang, K. F. (2017). Anti-oxidant activity and major chemical component analyses of twenty-six commercially available essential oils. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(4).

-Y-

Yakhlef, G. (2010). *Etude de l'activite biologique des extraits de feuilles de Thymus vulgaris L. Et Laurus nobilis L.* Université EL HADJ LAKHDAR –BATNA–.

Yakhlef, G., Laroui, S., Hambaba, L., Aberkane, M., & Ayachi, A. (2011). et de Laurus nobilis , plantes utilisées en médecine traditionnelle, 209–218.

Yen, T. B., & Chang, S. T. (2008). Synergistic effects of cinnamaldehyde in combination with eugenol against wood decay fungi. *Bioresource Technology*, 99(1), 232–236.

Yousfi, M., Nedjemi, B., Belal, R., & Bertal, D. Ben. (2003). Étude des acides gras de huile de fruit de pistachier de l'Atlas algérien., 10, 1–5.

Glossaire

Antifongique : Il qualifie tout ce qui sert à lutter contre les champignons.

Antioxydant : Est une molécule qui diminue ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques.

In vitro : Signifie un test en tube, ou, plus généralement, en dehors de l'organisme vivant ou de cellule.

Pathogène : Un agent pathogène est tout facteur capable d'engendrer une lésion ou de cause une maladie.

Antimicrobienne : Est une famille de substances qui tuent ou ralentissent la croissance des microbes.

Flavonoïdes : sont des pigments donnant la coloration aux fleurs et dans certains cas aux feuilles. Ces substances peuvent être jaunes (origine du mot flavo), rouges, bleues ou violettes. Les flavonoïdes représentent la plus grande famille des composés phénoliques.

Les radicaux libres : sont des molécules chimiques instables produites en faible quantité par l'organisme. Ils sont principalement synthétisés dans la cellule lors de réactions avec l'oxygène.

Annexes

Annexe 1 : Préparation des milieux**Gélose sabouraud :**

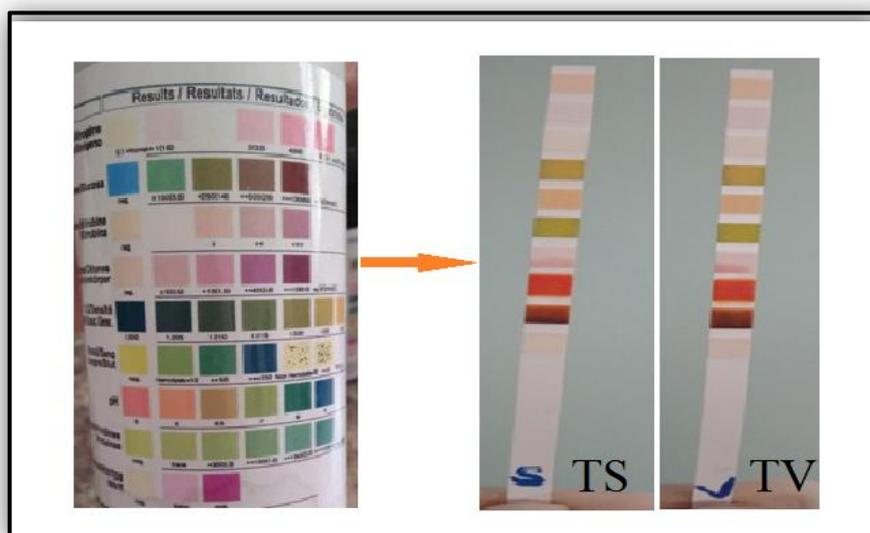
Formule en g/l d'eau distillée :

Peptone10g
Glucose20g
Agar20g

Bouillon sabouraud :

Formule en g/l d'eau distillée :

Peptone10g
Glucose20g

Annexe 2 : Les testes physico-chimiques des huiles essentielles**Figure 1 : Test de PH.**

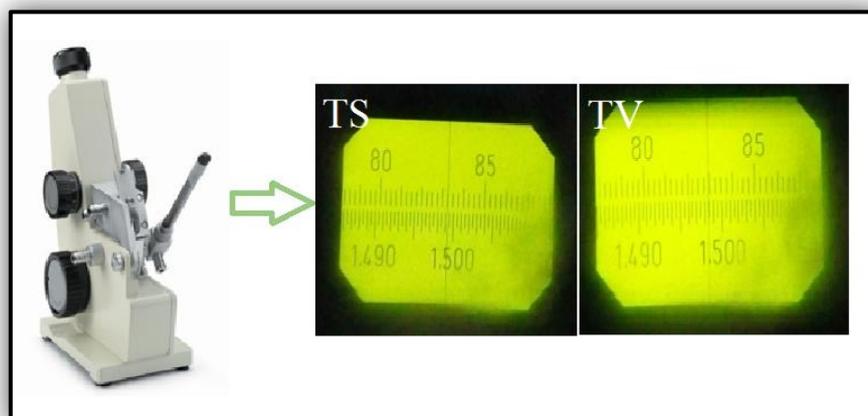


Figure 2 : Indice de réfraction.

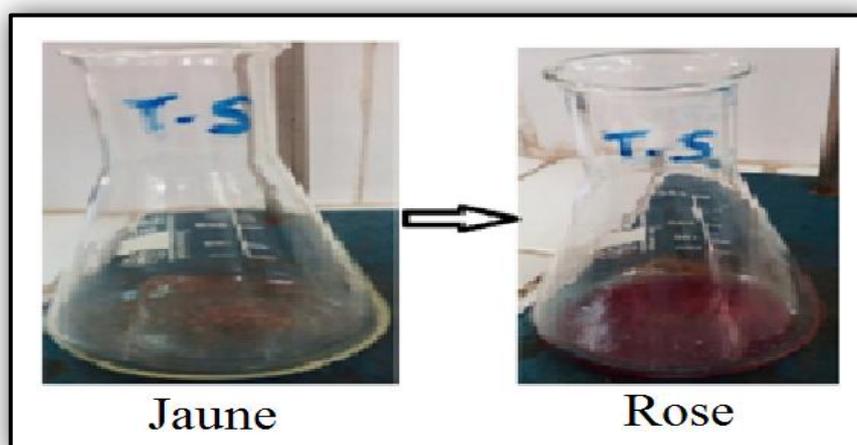


Figure 3 : Test d'acidité.

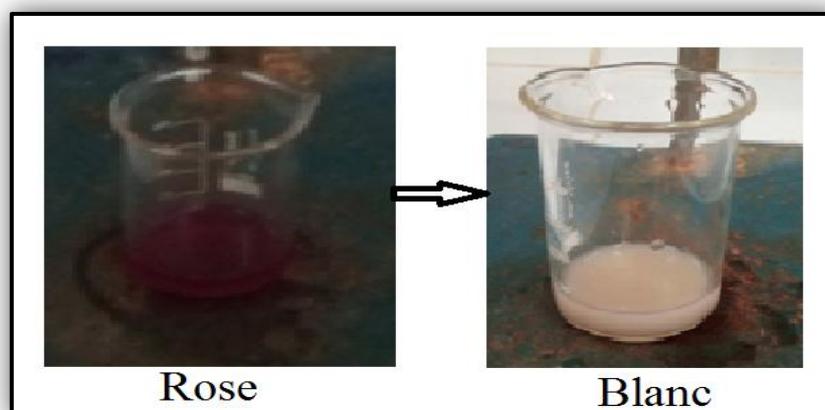


Figure 4 : Test de saponification.

Annexe 4 : Test de DPPH

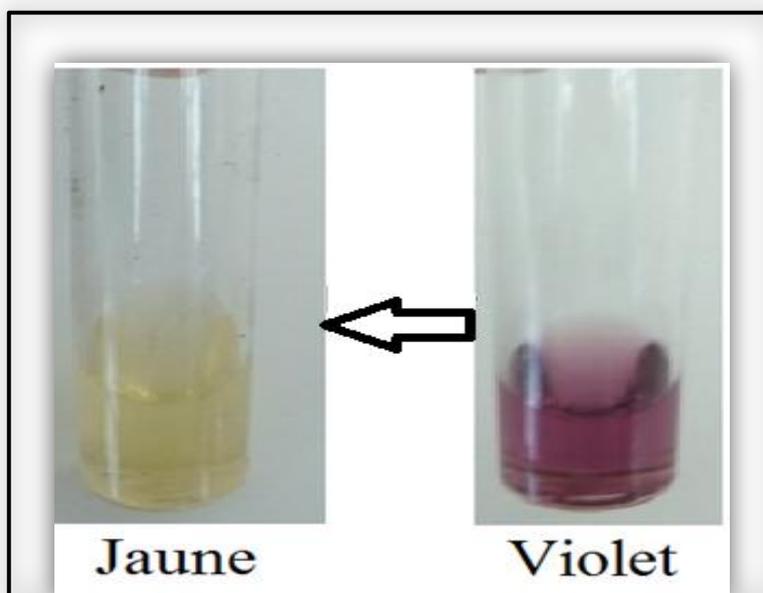


Figure 5 : Réduction du radical libre DPPH.

ABSTRACT

This work is in preparation for the recovery of oil and aqueous extracts of the leaves of *T. vulgaris* and *T. serpyllum* by studying their antifungal and antioxidant activities.

We started our work by the extraction and characterization of plant extracts (essential oil and aqueous extract) of *T. vulgaris* and *T. serpyllum*. The yield obtained is interesting for industrial exploitation.

Antifungal tests of the two organic extracts were operated on seven fungal strains using the method of diffusion of the disks, the results show that EO of *T. vulgaris* and *T. serpyllum* has displayed a strong antifungal action for the strains tested (range of MICs varies from 0.004% to 0.002% for *T. vulgaris* and 0.008% to 0.002% for *T. serpyllum*). In contrast, the aqueous extract of both plants showed no effect on *Candida albicans* species and a very weak effect on *Aspergillus sp.* with a diameter of 10.66 mm for *T. vulgaris* and 7.66 mm for *T. serpyllum*.

The results of the evaluation of the antioxidant activity *in vitro* showed that the reducing power of DPPH is remarkable for both essential oils. The percentage inhibition of *T. vulgaris* (95.54%) is higher compared to that to *T. serpyllum* (85.12) for all the concentrations used.

Keywords: *T. vulgaris*, *T. serpyllum*, EO, Aqueous extract, antioxidant activity, antifungal Activity.

المخلص

هذا العمل يدخل ضمن منظور تقييم المستخلصات الزيتية و المائية لأوراق نوعين من نبات الزعتر (*T.vulgaris et T.serpyllum*) وذلك بدراسة الأنشطة المضادة للفطريات والأنشطة المضادة للأكسدة.

بدأنا عملنا عن طريق استخراج وتوصيف المستخلصات النباتية (الزيت الأساسي والمستخلص المائي) لكلا نوعي نبات الزعتر (*T.vulgaris et T.serpyllum*) المرود المتحصل عليه يشجع على الاستغلال الصناعي.

تم إجراء الاختبارات المضادة للفطريات للمستخلصين البيولوجيين على سبعة سلالات فطرية تتبع طريقة Aromatogramme . أظهرت النتائج أن الزيت الأساسي لكلا النباتين أظهرت فعالية مضادة للفطريات ضد السلالات المدروسة (تركيز الحد الأدنى يتراوح من 0.004% إلى 0.002% لنبته *T.vulgaris* و من 0.008% إلى 0.002% لنبته *T.serpyllum*). من ناحية أخرى ، لم نلاحظ فعالية المستخلص المائي ضد الخمائر (*Candida albicans*) ، وتأثير ضعيف جدا على *Aspergillus sp.* ، مع قطر 10.66 ملم لـ *T.vulgaris* و 7.66 ملم لـ *T.serpyllum*

أظهرت نتائج تقييم نشاط مضادات الأكسدة في المختبر أن القدرة المخفضة للـ DPPH ملحوظ لكلا الزيتين الأساسيين ، وكذلك النسبة المئوية للتثبيط لـ *T.vulgaris* (95.54%) عالية بالمقارنة مع *T.serpyllum*(85.12%) لجميع التركيزات المستخدمة.

كلمات البحث : *T.vulgaris* ، *T.serpyllum* ، الاستخلاص ، الزيوت العطرية ، مستخلص مائي ، النشاط المضادة للأكسدة ، النشاط المضاد للفطريات.