

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Université Amar Telidji -Laghouat
جامعة عمار تليجي- الاغواط
Faculté des Sciences
كلية العلوم
Département de Biologie
قسم البيولوجيا



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie appliquée

THEME

Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris* L

Présenté Par :

Guerzou kodess & Guedime imane

Devant le jury composé de :

Dr SIFI Ibrahim	MCA (Université Amar Téliidji, Laghouat)	Président
Dr BENABED Houda	MCB (Ecole Normale Supérieur, Laghouat)	Examinatrice
Dr Nebeg Halima	MCB (Université Amar Téliidji, Laghouat)	Promotrice
Dr Elhouiti Fatiha	MCA (Université Amar Téliidji, Laghouat)	Co-Promotrice

Soutenu publiquement le : 25 /06/ 2023



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

یَرْفَعُ اللّٰهُ الَّذِیْنَ اٰمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِیْنَ اٰتَوْا
الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

المعادنة: | |

Remerciement

Le Prophète Muhammad, que la paix soit sur lui a dit «*Celui qui ne remercie pas les gens ne remercie pas Dieu*».

Conformément à ce hadith du Prophète et en Gratitude pour faveur, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la patience et la force d'aller au bout afin de terminer ce humble travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à notre encadreur *Mme. Nebeg Halima* d'avoir accepté de nous encadrer durant ce travail. Sa soutien scientifique, ses remarques et critiques, sa modestie nous ont aidé à mener à bien ce travail

Nos vifs remerciements s'adressent également au notre co-encadreur *Mme. El Houiti Fatiha* pour ses aides très précieuse et ses valeureux conseils. Nous sommes infiniment reconnaissantes pour votre aide.

Nous remercions également *M^{elle} Zegrira Anfal* pour sa disponibilité, sa bienveillance et les efforts qu'elle nous ont fourni.

Nous remercions le président du jury *M. sifi Ibrahim* d'avoir accepté de présider le jury. Nous remercions également *Mme. Ben abed Houda* de nous avoir honorés en examinant notre travail.

Nos sincères remerciements à *toute l'équipe du laboratoire* des Sciences fondamentales à l'Université AMAR TELIDJI de Laghouat de nous avoir accueilli et d'avoir mis à nos disposition tout le matériel nécessaire.

Nous remercions infiniment nos amis de *promo 2023* qui ont été participé avec nous à ce travail ainsi qu'aux *doctorants de chimie* pour leur aide.

Un grand merci à *nos très chers parents* et nos précieuse *famille* pour tout l'amour et le soutien qu'ils nous ont apporté, pendant toute notre vie. Ils ont toujours été une source de tendresse et un modèle de sacrifice, de sagesse et d'humilité.

Merci à tous ceux qui ont soutenu moralement ou matériellement de près ou de loin, pour l'aboutissement de ce modeste travail.

Dédicace

Je commence ma dédicace au nom de Dieu et le salut sur Mohamed le messager de Dieu.

Je dédie ce modeste travail à mes plus chers êtres :

- À l'homme de ma vie, mon exemple éternel, 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 la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon coeur, ma vie et mon bonheur ; **maman** que j'adore.*
- À mes chères frères **Rachid**, **Youcef** (et sa femme **Amina**) et mes belles soeurs **Massouda**, **Fatima**, **Souad**. Pour leurs encouragements et pour leur soutien moral et physique, que dieu leur prête tout le bonheur.*
- À **mes chers petits** : Salem, Rahaf, Houthaifa, Iyad, Mouhamed, Tasnim, Olfa, Jinane, Younes et Adam.*
- À tous ceux qui m'aiment et je l'aime, qui m'aide et qui m'encourage.*
- À mes chères amies proches .*
- À mon binôme **Kodess** aux bons moments que nous avons passé ensemble.*
- À mes collègues de la promo 2023 je porte un grand respect pour eux .*
- Ainsi qu'à toute personne ayant contribué de près ou de loin.*

G. Imane

Dédicace

À l'âme de ma chère **grand-mère**, qui m'a toujours encouragé à rechercher la connaissance et était la personne la plus heureuse de mes succès, petits ou grands. J'ai souhaité que tu sois avec nous dans cette journée et que tu sois témoin de ce moment avec moi. *Dieu ait son âme*

À celui qui a récolté les épines de mon chemin et pavé mon chemin dans la vie mon cher père **Bella**. À qui les prières bénies m'ont accompagné à chaque étape de mon voyage, **ma mère bien-aimée**. Sans vous, je ne serais pas arrivé ici

À ceux qui ont été mon soutien et mon accompagnements dans cette vie mes chères frères **Dhaman** (et sa généreuse épouse **Fatima**), **Mohammed** et **Ilyas**. Et mes précieuses sœurs **Yasmina**, **Sara** (et sa généreux époux **M.Naoui**). vous étiez et vous êtes toujours le meilleur exemple de ce que dit Dieu Tout-Puissant" Nous allons, par ton frère, fortifier ton bras".

À la joie de la maison **amîne**, **Rihame**, **Amir**, **Amína** et **Ilaf**.

À ceux qui m'ont illuminer le chemin de la connaissance et m'ont abreuvé de la mer de leur savoir à chaque étape de mon parcours .

Mes honorables professeurs.

À mon binôme **Imane** qui a partagé avec moi joie et tristesse tout au long de ce travail. Je remercie Dieu de t'avoir rencontré.

À tous ceux qui sont passés sur mon chemin et qui m'ont donné une leçon dans cette vie...

G. Kodess

Table des matières

<i>Table des matières</i>	I
<i>Résumé</i>	IV
<i>Abstract</i>	V
<i>المخلص</i>	VI
<i>Liste des figures</i>	VII
<i>List des tableaux</i>	VIII
<i>Liste des abréviations</i>	IX
INTRODUCTION	I

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Monographie des plantes médicinales	5
I.1. Les plantes médicinales	5
I.2. <i>Artemisia</i> (armoise)	5
I.2.1. <i>Artemisia herba-alba</i>	6
I.2.1.1. Nom commun	6
I.2.1.2. Description botanique	6
I.2.1.3. Systématique	7
I.2.1.4. Origine et distribution	7
I.2.1.5. Usage traditionnelle et médicaux	8
I.2.2. <i>Artemisia campestris</i> L.	8
I.2.2.1. Nom commun	8
I.2.2.2. Description botanique	9
I.2.2.3. Systématique	10
I.2.2.4. Origine et distribution	10
I.2.2.5. Usage traditionnelle et médicaux	10
I.3. Les huiles essentielles	11
I.3.1. Définition des huiles essentielles	11
I.3.2. Réparation et localisation	11
I.3.3. Rôles des huiles essentielles	12
I.3.4. Propriétés physico-chimique	12
I.3.5. Les techniques d'obtention des huiles essentielles	12
I.3.5.1. Extraction par entrainement à la vapeur de l'eau	12
I.3.5.2. Hydro distillation	13

I.3.5.3.	Hydro diffusion	14
I.3.5.4.	Turbo-hydro distillation.....	14
I.3.5.5.	Hydro distillation par micro-ondes, sous vide.....	14
I.3.5.6.	Expression à froid.....	15
I.3.6.	Composition chimique des huiles essentielles.....	15
I.3.6.1.	Les terpénoides.....	16
I.3.6.1.1.	Les monoterpènes.....	16
I.3.6.1.2.	Les sesquiterpènes.....	16
I.3.6.1.3.	Les diterpènes.....	16
I.3.6.2.	Composés aromatiques.....	18
I.3.6.3.	Les composés d'origines diverses	18
I.3.7.	La toxicité des huiles essentielles.....	19
I.3.8.	Activités biologiques	20
I.3.8.1.	Activités antimicrobiennes	20
I.3.8.2.	Autres activités biologiques.....	21
I.3.9.	Utilisation (domaines d'application)	21

MATERIELS ET METHODES

II.1.	Matériels	24
II.1.1.	Matériel végétale.....	24
II.1.2.	Les souches microbiennes testées.....	24
II.2.	Méthodes expérimentales.....	25
II.2.1.	Extraction des huiles essentielles.....	25
II.2.1.1.	Procède d'extraction.....	25
II.2.1.2.	Calcul du rendement.....	26
II.2.2.	Etude et évaluation de l'activité antimicrobienne.....	26
II.2.2.1.	Test de l'activité antimicrobienne (aromatogramme).....	26
II.2.2.1.1.	Préparation de la préculture	26
II.2.2.1.2.	Préparation de la suspension microbienne.....	27
II.2.2.1.3.	Préparation des disques d'aromatogramme	27
II.2.2.1.4.	Lecture	28
II.2.2.2.	Test de sensibilité aux antibiotiques (antibiogramme).....	28
II.2.3.	Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)	29
II.2.3.1.	La méthode de dilution en milieu liquide.....	30

II.2.3.2. Évaluation des résultats	32
--	----

RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Rendement des extractions	34
III.2. Activité antimicrobienne :	35
III.2.1. Résultats du test préliminaires	36
III.2.2. Résultats des Tests du pouvoir antimicrobienne	38
III.2.2.1. Résultats du test antimicrobiens des Huiles essentielles par la méthode de diffusion sur gel	38
III.2.2.2. Résultats de la détermination de la CMI	46
CONCLUSION	52
<i>Bibliographie</i>	56
<i>ANNEXES</i>	65

Résumé

Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires des plantes qui possèdent de nombreuses propriétés thérapeutiques grâce à leurs richesses et leurs diversités en molécules bioactives. L'un de ces propriétés est l'activité antimicrobienne. Les huiles essentielles peuvent substituer avec succès les antibiotiques contre plusieurs microorganismes résistants. Ceci nous a conduits à effectuer l'étude de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles des deux espèces de la famille des *astéracées* : *Artemisia herba alba* Asso « chih » et *Artemisia campestris* L « Dgouft » de la région de Djelfa.

L'extraction des huiles essentielles de la partie aérienne des plantes étudiées a été réalisée par la méthode d'Hydrodistillation avec un rendement de 0,64% et 0,28% respectivement.

Sur le plan biologique, l'activité antimicrobienne de nos huiles essentielles a été étudié vis-à-vis de plusieurs souches bactériennes et fongiques par la méthode de diffusion sur milieu gélosé et par de micro dilution sur milieu liquide. Les résultats obtenus montrent que nos extraits possèdent une activité antimicrobienne prometteuse. La plus importante était contre les souches fongique *Candida albicans* 10 et *Candida albicans* 26 avec des zones d'inhibition jusqu'à 50±0mm. Les bactéries à Gram positif était sensibles par rapport aux bactéries à Gram négatif. Les souches *Staphylococcus aureus* et *Micrococcus luteus* sont les plus sensibles à nos huiles essentielles, tandis que *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* sont les plus résistante. Les valeurs de la concentration minimale inhibitrice (CMI) des différents extraits ont montré un large éventail des valeurs jusqu'à 0,006 mg/ml. Ces deux espèces de l'armoise représentent donc une source naturelle d'agents antimicrobiens qui peuvent être utilisés en plusieurs domaines thérapeutiques.

Mots clés : *Artemisia herba alba* ; *Artemisia campestris* ; huile essentielle ; activité antimicrobienne ; activité antibactérienne ; activité antifongique.

Abstract

Essential oils are secondary metabolites of plants that have many therapeutic properties due to their richness and diversity of bioactive molecules. One of these properties is antimicrobial activity. The essential oils can substitute with success antibiotics against several resistant microorganisms. This leads us to study the antimicrobial activity of essential oils of two species of the family of *Asteraceae*: *Artemisia herba alba* Asso "chih" and *Artemisia campestris* L "Dgouft" from the region of Djelfa.

The extraction of essential oils from the aerial part of the studied plants was carried out by the Hydrodistillation method with a yield of 0.64% and 0.28% respectively.

On the biological level, the antimicrobial activity of our essential oils has been studied against several bacterial and fungal strains using the method of diffusion on agar medium and microdilutions. The results obtained show that our extracts have a Promising antimicrobial activity. The most significant was against *Candida albicans* 10 and *Candida albicans* 26 with zones of inhibition reached up to 50±0mm. Gram-positive bacteria were sensitive compared to Gram-negative one. *Staphylococcus aureus* and *Micrococcus luteus* were the most sensitive to our essential oils, while *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* were the most resistant. The minimum inhibitory concentration (MIC) values of the different extracts showed a wide range of values up to 0.006 mg/ml. These two species of mugwort represent a natural source of antimicrobial agents that can be used in several therapeutic fields.

Keywords: *Artemisia herba alba*; *Artemisia campestris*; essential oil; antimicrobial activity; antibacterial activity; antifungal activity.

المخلص

تعتبر الزيوت العطرية مستقلبات ثانوية للنباتات ولها العديد من الخصائص العلاجية بفضل غناها وتنوعها بالمركبات الحيوية. إحدى هذه الخصائص هي النشاط المضاد للميكروبات. بإمكان الزيوت العطرية ان تحل بنجاح محل المضادات الحيوية ضد العديد من الميكروبات المقاومة. مما حثنا على دراسة النشاط المضاد للميكروبات للزيوت العطرية لنوعين من عائلة النجميات: **الشيخ الأبيض (الشيخ) والشيخ الحقلي**(الدققت) من منطقة الجلفة.

تم استخلاص الزيوت العطرية من الجزء العشبي للنباتات المدروسة باستخدام منهجية التقطير المائي بمرود يصل الى 0,64 و 0,28% على التوالي.

على الصعيد البيولوجي. تم دراسة النشاط ضد الميكروبي لزيوتنا العطرية ضد العديد من السلالات البكتيرية والفطرية من خلال طريقة الانتشار على الوسط الجيلوزي وطريقة التمديدات في وسط سائل. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن مستخلصاتنا تمتلك نشاط مضاد للميكروبات. اهمها كان ضد السلالات الفطرية/المبيضات البيضاء 10 و 26 مع مناطق تثبيط تصل حتى 0 ± 50 مم. كانت البكتيريا موجبة الجرام حساسة مقارنة بالبكتيريا سالبة الجرام. تعتبر سلالات *العنقودية الذهبية* و *مكورات لوتس* الأكثر حساسية لزيوتنا العطرية. بينما كانت *الإشريكية القولونية* و *الزائفة الزنجارية* الأكثر مقاومة. كما تظهر قيم الحد الأدنى للتركيز المثبط لمستخلصاتنا نطاقا واسعا للقيم يصل كحد اقصى 0,006 مجم / مل. يمثل هذين النوعين من الشيخ مصدرا طبيعيا للنشاط المضاد للميكروبات والذي يمكن استعماله في عدة مجالات علاجية.

كلمات مفتاحية: شيخ أبيض ; شيخ حقلي ; زيت عطري ; نشاط مضاد للميكروبات; نشاط مضاد للجراثيم ; نشاط مضاد للفطريات.

Liste des figures

Figure 1 : Présentation de quelques variétés d' <i>Artemisia</i>	6
Figure 2 : <i>Artemisia herba alba</i> : (A) la plante au début de la saison de floraison, (B) la plante à la fin de la saison de floraison.....	7
Figure 3 : Aire de répartition mondiale de l'Armoise blanche déterminée d'après les indications données par : (Houamel, 2018 ; Quezel et Santa, 1963)	8
Figure 4 : A) Photo d' <i>Artemisia campestris</i> L., (B) Morphologie générale d' <i>Artemisia campestris</i> L, (B-a) paniquer inflorescence, (B-b) capitule, (B-c) fleur mâle, (B-d) fleur femelle.....	9
Figure 5 : Schéma d'un appareillage de distillation à la vapeur saturée.	13
Figure 6 : Schéma d'un appareillage d'hydrodistillation avec clevenger.	13
Figure 7 : Schéma d'un appareillage de turbo-hydro distillation	14
Figure 8 : Schéma d'un appareillage de l'hydro distillation par micro-ondes.	15
Figure 9 : la vanilline (C ₆ -C ₁).....	18
Figure 10 : Illustration du placement des disques imprégnés d'huiles sur une gélose(MH ou SB)ensemencé.....	27
Figure 11 : Illustration de mesure de la taille des zones d'inhibition.....	28
Figure 12 : Schéma de la méthode de micro dilution sur milieu liquide.....	31
Figure 13 : repiquage sur milieu solide pour déterminer la CMB	32
Figure 14 : Comparaison entre les rendements des extraits en %	34
Figure 15 : Effet du DMSO sur les bactérie et les champignons étudiés	36
Figure 16 : Résultats des tests d'antibiogramme des souches	37
Figure 17 : L'effet antimicrobien d'huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i> L sur la croissance des souches testées	43
Figure 18 : L'effet antimicrobien d'huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso sur la croissance des souches testée	45
Figure 19 : Comparaison des valeurs de CMI : (A) <i>Artemisia campestris</i> L, (B) <i>Artemisia herba alba</i> Asso	47
Figure 20 : Détermination de la Concentration minimale inhibitrice Huiles essentielles vis-à-vis des souches pathogènes par la méthode de micro-dilution.....	51

List des tableaux

Tableau 1 : les différentes classes des terpénoïdes	17
Tableau 2 : Exemples de structures de quelques composés d'origines diverses	19
Tableau 3 : Les souches microbiennes utilisées et leurs Références	25
Tableau 4 : Sensibilité des bactéries en fonction du diamètre	28
Tableau 5 : Les antibiotiques et l'antifongique utilisés	29
Tableau 6 : Diamètres des zones d'inhibition (mm) provoqués par les antibiotiques sur les souches bactériennes.....	38
Tableau 7 : Diamètres des zones d'inhibitions d'huiles essentielles de l' <i>Artemisia herba alba</i> Asso et l' <i>Artemisia campestris</i> L.	39
Tableau 8 : Concentrations minimales inhibitrices, bactéricides et fongicides d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso et <i>Artemisia campestris</i> L en (mg/ml),.....	48

Liste des abréviations

A	I
ATB : Antibiotique	INT: iodinitrotétrazolium
ATCC: American Type Culture Collection	IPP : isopentényl pyrophosphate
ATF : Antifongique	
B	M
BN : Bouillon nutritif	MH: Muller Hinton
	ml : Millilitre
	mm : millimètre
	mn: minute
	µl : microlitre
C	N
C° : Degré Celsius	nm : nanomètre
CMB : Concentration Minimale Bactéricide	
CMF : Concentration Minimale Fongicide	
CMI : Concentration Minimale Inhibitrice	
D	P
DMAPP : diméthylallyl diphosphate	% : Pourcentage
DMSO : Diméthyle sulfo-oxyde	
H	S
H : heure	SB : Sabouraud solide
HA : Hydrolat aqueuse	SD : standard de déviation
HE: Huile essentielle	
U	
UFC: Unité Formant Colonie.	

INTRODUCTION

L'utilisation des plantes pour se soigner date de la préhistoire et tous les peuples ont cette vieille tradition. Malgré les efforts des chimistes dans la synthèse de nouvelles molécules, plus de 25 % médicaments sont obtenus directement ou indirectement à partir de plantes (**Benkherara et al., 2011**).

Certaines plantes sont des remèdes potentiels pour de nombreux maux quotidiens, des simples troubles digestifs au traitement des maladies chroniques telles que le cancer, les ulcères, le diabète et les calculs rénaux.

En effet, les plantes sont souvent caractérisées par la biosynthèse de molécules odorantes qui constituent ce qu'on appelle les huiles essentielles connues depuis longtemps pour leurs activités antiseptiques et thérapeutiques dans la médecine populaire (**Iazzouguen et al., 2012**).

L'Algérie est considérée comme l'un des pays connus pour sa diversité taxonomique en raison de sa situation biogéographique privilégiée et son étendu entre la Méditerranée et l'Afrique subsaharienne. La flore algérienne est potentiellement riche, avec de nombreuses espèces endémiques (**Messai et Belkacemi, 2011**). Parmi les plantes médicinales qui composent le couvert végétal se trouve le genre d'*Artemisia*. De nombreuses espèces de ce genre sont utilisées en médecine traditionnelle car elles contiennent plusieurs molécules douées d'activité thérapeutique, et *Artemisia herba alba* Asso et *Artemisia campestris* L sont parmi les espèces les plus connues.

Ainsi, ce travail a pour objectif l'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles de ces deux plantes médicinales vis-à-vis de plusieurs souches bactériennes de type à Gram positif et à Gram négatif ainsi que deux espèces fongiques. Par l'utilisation de deux méthodes, la méthode de diffusion sur milieu gélosé suivie par la méthode de dilution en milieu liquide.

Cette étude a été réalisée au niveau du laboratoire pédagogique du département de biologie de l'Université Amar Telidji de Laghouat et comporte trois parties :

- La première partie a été consacrée pour une étude bibliographique décrivant des généralités sur les plantes médicinales, les plantes étudiées, et les huiles essentielles ;
- La seconde décrit la partie matériels et méthodes. Nos méthodes sont intéressés à l'étude du pouvoir antimicrobien de nos extraits contre des souches microbiennes , nous avons commencé par la méthode de diffusion sur milieu solide, en suite nos résultats sont confirmé par la méthode de micro dilution sur milieu liquide afin d'estimer les

Introduction

concentrations minimales inhibitrices (CMI), les concentration minimale bactéricide (CMB) et minimale fongicide (CMF) ;

- La troisième partie a été consacrée aux discussions des résultats.

Nous terminons cette étude par une conclusion générale et des perspectives de recherche.

ÉTUDE
BIBLIOGRAPHIQUE

I. Monographie des plantes médicinales

I.1. Les plantes médicinales

Les plantes médicinales sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuse (**Chabrier, 2010**). Elles constituent des ressources inestimables qui ont été utilisées pour trouver de nouvelles molécules nécessaire à la mise au point de futurs médicaments (**Gurib-Fakim, 2006**).

Les espèces végétales d'intérêt médicinal interviennent dans divers domaines soit à l'état brut soit sous forme des huiles, des extraits, des solutions aqueuses ou organiques. Leurs formulations à base de plantes contiennent un ou plusieurs principes actifs pouvant être utilisés à des fins thérapeutiques (**Adouane, 2016**).

De nombreuses espèces de ce genre *Artemisia* sont connues en médecine traditionnelle, dans cette étude on est intéressées par deux à savoir *Artemisia herba-alba* et *Artemisia campestris* L.

I.2. *Artemisia* (armoïse)

Le genre *Artemisia* , appartient à la famille des Asteraceae (Composées) (**Gast, 1989**), comprend environ 400 espèces (Figure1), largement disséminées dans différentes régions du monde comme l'Afrique du Nord, l'Asie occidentale et la région méditerranéenne (**Bakchiche et al., 2022**).

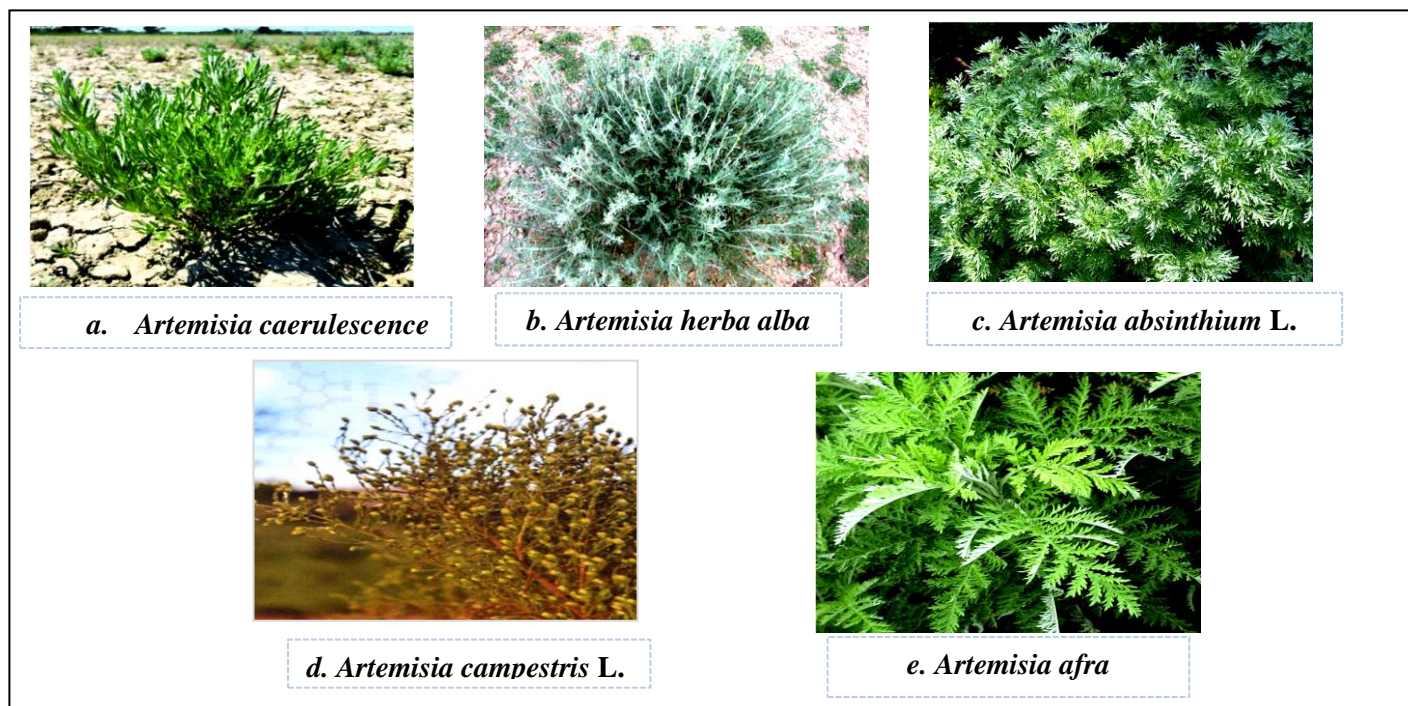


Figure 1 : Présentation de quelques variétés d'*Artemisia*

(Pieracci *et al.*, 2022 ; Lairini *et al.*, 2018 ; Ghédira et Goetz, 2016 ; Dib *et al.*, 2017 ; du Toit et van der Kooy, 2019)

1.2.1. Artemisia herba-alba

1.2.1.1. Nom commun

En Algérie, cette plante est communément appelée "absinthe blanche", en arabe "Chih" et en français "Armoise blanche" (Lakehal *et al.*, 2017).

1.2.1.2. Description botanique

Artemisia herba-alba Asso est un sous-arbrisseau buissonnant de 30 à 80 cm de haut, d'aspect sec et blanchâtre, avec des feuilles divisées en languettes fines, blanches et laineuses, et des fleurs groupées en grappes, à capitules très petites et ovoïdes de 1,5 à 3 mm de diamètre, de couleur jaune à rougeâtre (Figure2) (Bezza, *et al.*, 2010) .



Figure 2 : *Artemisia herba alba*: (A) la plante au début de la saison de floraison, (B) la plante à la fin de la saison de floraison (Messai et Belkacemi, 2011).

I.2.1.3. Systématique. (Boudjelal, 2013) :

Règne : *Plantae*

Embranchement : *Spermatophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Ordre: *Asterales*

Famille : *Asteraceae*

Genre : *Artemisia*

Espèce : *Artemisia herba alba* (Asso)

Nom en arabe : Chih

I.2.1.4. Origine et distribution

L'armoise blanche est une plante steppique poussant dans les terres arides ou semi-arides de l'Afrique du Nord, au Moyen-Orient ainsi qu'en Espagne (Figure3) (Bezza, *et al.*, 2010).

En Algérie, l'armoise blanche a une large répartition géographique, couvrant environ 6 millions d'hectares et poussant dans des steppes argileuses et des sols compacts relativement peu perméable (Heleili *et al.*,2018) .



Figure 3 : Aire de répartition mondiale de l'Armoise blanche déterminée d'après les indications données par : (Houamel, 2018 ; Quezel et Santa, 1963)

I.2.1.5. Usage traditionnelle et médicaux

Artemisia herba alba Asso. Est utilisé comme aromatisant pour le thé. En médecine populaire, elle est connue pour ses propriétés thérapeutiques et médicinales, elle est utilisée pour le traitement des rhumes, de la toux, des troubles intestinaux, comme agent antidiabétique pour la bronchite, la diarrhée, les névralgies et l'hyper-tension, l'hépatite, le cancer et les virus (Kadri, et al., 2011; Mohamed et al., 2010).

De nombreux chercheurs ont rapporté diverses activités biologiques et/ou pharmacologiques de l'huile essentielle d'*A. herba-alba* comme agent antibactérien (bactéries et champignons), anthelminthique et antispasmodique (Kadri, et al., 2011) .

I.2.2. *Artemisia campestris* L.

I.2.2.1. Nom commun

En Algérie l'*Artemisia campestris* L est connus souvent sous les noms : Dgoufet, Taguq, Tguft, Tadjuq, Tedjok, Alala, Hellala, Tamemmayt, Um nefsa. En Maroc : Allal, Chih lakhrissi et

en Tunisie : Tedjok, Dguft, Tgouf. En Libye : Sc'ahâl, Togoft, Taghert, Tâghiat, Teghochet, et Armoise Champêtre en France. L'*Artemisia campestris* L est aussi connus sous le nom : Armoise rouge, armoise des champs (Dib *et al.*, 2017 ; Mourad *et al.*, 2011 ; Khaldi, 2017).

I.2.2.2. Description botanique

L'*Artemisia campestris* L est un sous arbuste vivace aromatique qui peut atteindre 30-150 cm de hauteur avec des tiges robustes, d'une hauteur de 30 à 80 cm ramifiées et ascendante formant une panicule. La plante a de très petits capitules étroits (1 à 1,5 mm) ovales ou coniques, L'involucre est clairsemé, contenant seulement 3 à 8 fleurs jaune pâle avec des bords rougeâtres, et Pédicelle à poils blancs à bruns. Les feuilles d'*Artemisia campestris* L sont Vert foncé glabre, dipinnatiséquées des inférieurs inférieures, supérieures Pinnatiséque, pétiolé et auriculé à la base, tige ligneuse à la base striée (Figure 4) (Boudjouref, 2011 ; Quezel et Santa, 1963).

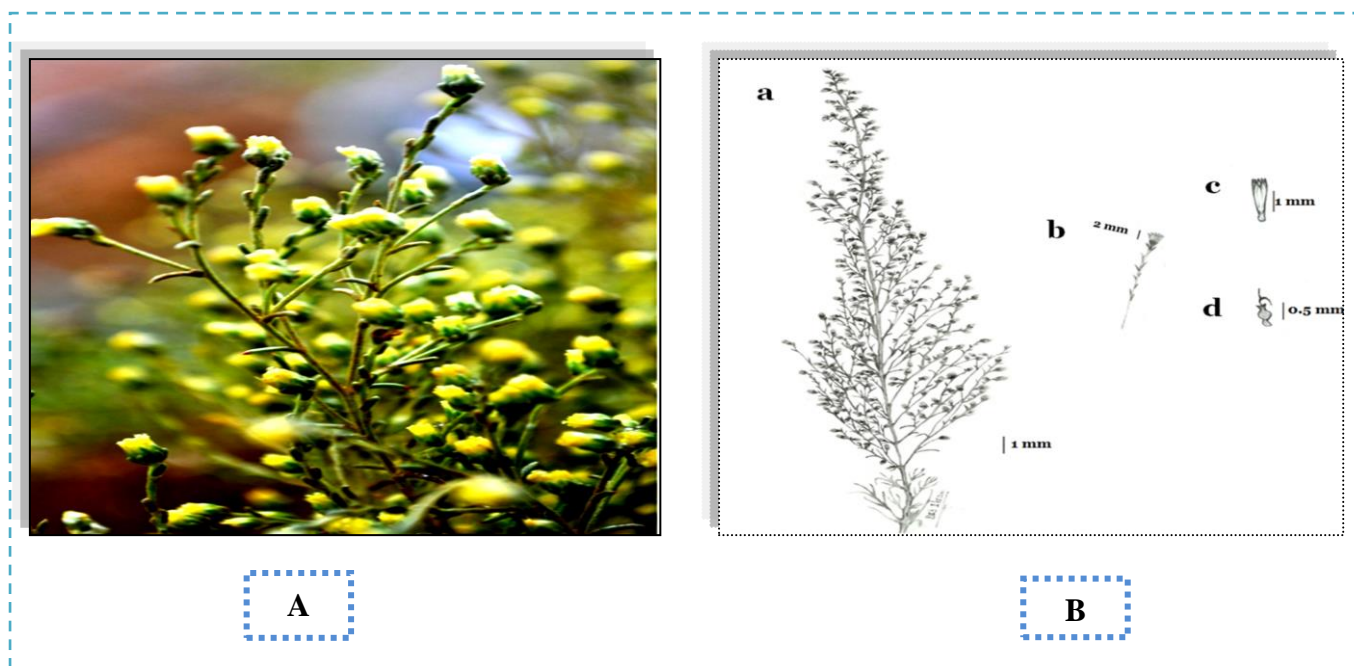


Figure 4: A) Photo d'*Artemisia campestris* L., (B) Morphologie générale d'*Artemisia campestris* L, (B-a) paniquer inflorescence, (B-b) capitule, (B-c) fleur mâle, (B-d) fleur femelle (Dib et El Alaoui-Faris, 2019).

I.2.2.3. Systématique (Al-Snafi, 2015) :

Règne : *Plantae*

Embranchement : *Spermatophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Ordre : *Asterales*

Famille : *Asteraceae*

Genre : *Artemisia*

Espèce : *Artemisia campestris* L.

Nom en arabe : Dgouft

I.2.2.4. Origine et distribution

Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* sont des arbustes vivaces aromatiques, qui poussent de façon spontanée dans plusieurs régions de l'hémisphère nord de la terre, surtout dans les zones semi arides et le bassin méditerranéen, et s'étendent jusqu'à l'Himalaya, dans l'hémisphère sud elles sont trouvées en Afrique du sud, l'Australie et l'Amérique du sud, *Artemisia campestris* est largement distribué en Eurasie, en Amérique du Nord et en Afrique. En Algérie, elle est abondante dans les larges steppes des hauts plateaux et le désert du Sahara (Boudjouref, 2011 ; Bertella, 2019)

I.2.2.5. Usage traditionnelle et médicaux

Artemisia campestris L. Est une plante utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies : En usage local *Artemisia campestris* est utilisée pour traiter les ulcères, le diabète, les douleurs menstruelles et les troubles digestives. Les fleurs et les feuilles d'*Artemisia campestris* étaient Traditionnellement utilisées comme, hypoglycémiantes, cholagogues, antivenin, cholérétique, antirhumatismal, antimicrobienne, anti-inflammatoire, diurétique, antilithiasique, pour le traitement des brûlures, la fièvre et la toux, l'eczéma, les infections urinaires, l'obésité et pour réduire le cholestérol (Ivanescu *et al.*, 2018 ; Dob *et al.*, 2005).

Selon Saoudi La consommation journalière d'une décoction préparée à partir des tiges et feuilles d'*Artemisia campestris* permet de réduire les symptômes digestifs (Saoudi *et al.*, 2010).

I.3. Les huiles essentielles

I.3.1. Définition des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des composés complexes, naturels et volatils, caractérisés par une forte odeur. Elles sont formées par les plantes aromatiques en tant que métabolites secondaires **(Bakkali et al., 2008)**.

Les HE sont des liquides, volatils, limpides et colorés, elles sont solubles dans les lipides et les solvants organiques qui ont une densité inférieure à l'eau. Elles peuvent être présentes dans tous les organes de la plante, y compris les bourgeons, les fleurs, les graines, les brindilles, les tiges, les fruits, les racines, le bois ou l'écorce, et sont généralement stockées par la plante dans les cellules sécrétrices, les cavités, les canaux, les trichomes glandulaires ou les cellules épidermiques **(Bouyahya et al., 2018)**.

I.3.2. Répartition et localisation

Les huiles essentielles se trouvent presque exclusivement dans les plantes supérieures (exemple : famille des labiées odorantes renfermant presque toutes une huile essentielle). Elles peuvent être stockés dans tous les organes de la plante : Fleurs, feuilles, écorces, bois, racines, rhizomes, fruits et graines. Si tous les organes d'une même espèce peuvent contenir des huiles essentielles, la composition de ces dernières varie d'un endroit à l'autre. Les huiles essentielles sont généralement présentes en très petites quantités. Pas plus de 1-2% matière sèche **(Couderc, 2001)**.

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles est généralement associées à la présence d'une structure histologiques spéciale, souvent sur ou près de la surface des plantes : cellules à huiles essentielles des *Lauraceae* ou des *Zingiberaceae*, poils sécréteurs des *Lamiaceae*, poches sécrétrices des *Myrtaceae* ou des *Rutaceae* et canaux sécréteurs des *Asteraceae* ou des *Apiaceae* **(El-Houiti, 2009)**.

I.3.3. Rôles des huiles essentielles (soualeh et Soulimani, 2016 ; Couderc, 2001) :

Les terpènes des huiles essentielles jouent également des rôles très importants dans divers processus biologiques et chimiques :

- ✓ Défense contre les facteurs biotiques et abiotiques
- ✓ Médiateurs chimiques de communication de la plante avec son environnement
- ✓ Marqueurs chémotaxonomiques pour l'identification
- ✓ Inhibiteur de la germination
- ✓ Protection contre les prédateurs
- ✓ Attraction des pollinisateurs

I.3.4. Propriétés physico-chimique (Hany, 2020) :

- Les HE sont liquides à température ambiante
- Elles sont volatiles
- Elles sont incolores ou légèrement jaune lors de l'extraction
- La densité des HE est inférieure à celle de l'eau, à l'exception des essences de sassafras et de clou de girofle
- Les HE sont lipophiles ou solubles dans l'alcool et les solvants organiques, mais peu soluble dans l'eau.

I.3.5. Les techniques d'obtention des huiles essentielles

I.3.5.1. Extraction par entraînement à la vapeur de l'eau

C'est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des HE. Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur sans macération préalable. Les vapeurs saturées en composés volatils sont condensées puis décantées dans l'essencier, avant d'être séparées en une phase aqueuse (HA) et une phase organique (HE). Il n'y a pas de contact direct entre l'eau et la matière végétale, et même l'eau et les molécules aromatiques, évitant ainsi certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant affecter la qualité de l'huile (Figure 5) (**Boukhatem et al., 2019**) .

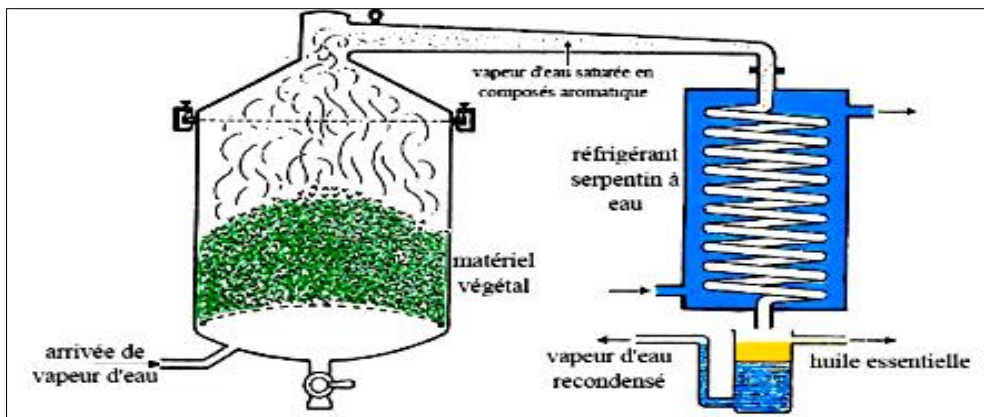


Figure 5 : Schéma d'un appareillage de distillation à la vapeur saturée. (Lucchesi, 2005).

I.3.5.2. Hydro distillation

L'hydrodistillation (Figure 6) est une variante de la distillation à la vapeur. Au lieu de l'apport de vapeur, les matières végétales sont directement immergées dans l'eau. Ce mélange solide-liquide est ensuite chauffé jusqu'à ébullition sous pression atmosphérique, où la chaleur permet la libération de molécules odorantes dans les cellules végétales. Ces composés aromatiques volatils et l'eau forment un mélange azéotropique, qui peut être évaporé ensemble à la même pression, puis condensé et séparé dans un flacon florentin en raison de leur immiscibilité et de leur différence de densité (li *et al.*, 2014).

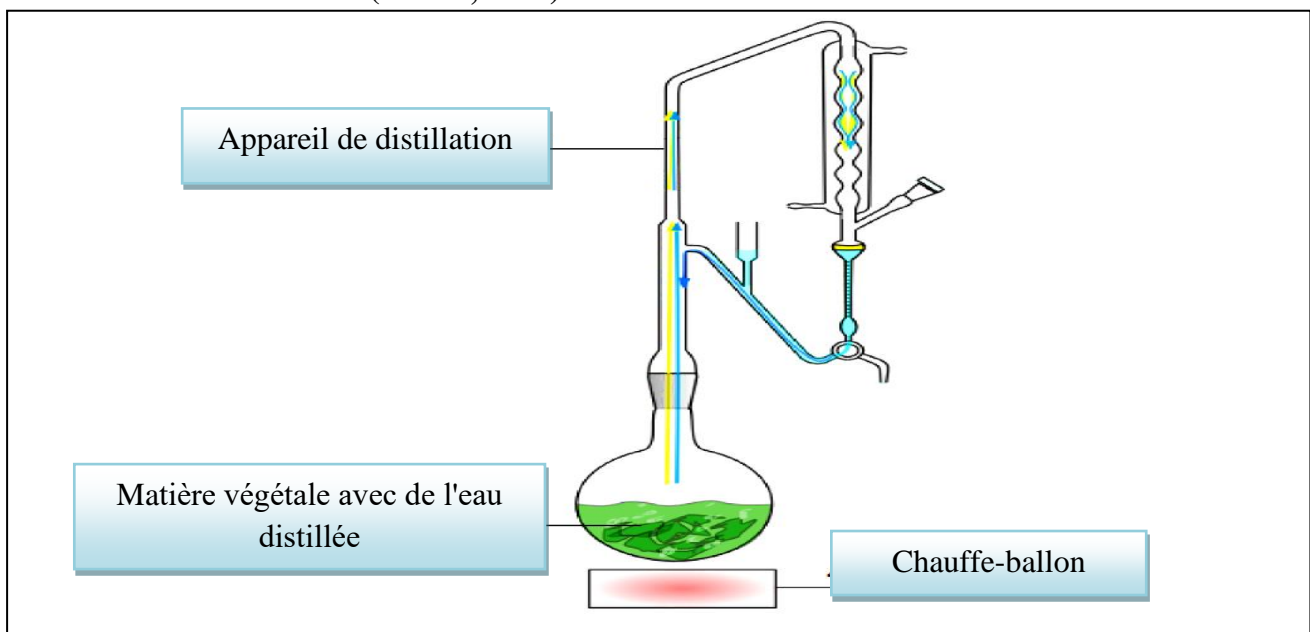


Figure 6 : Schéma d'un appareillage d'hydrodistillation avec clevenger.

<https://de.europeanwriterstour.com/images-2023/clevenger-apparatus-essential-oil-extraction>

I.3.5.3. Hydro diffusion

Contrairement à la distillation à la vapeur, la vapeur injectée dans ce système va du haut de l'alambic vers le bas. Le mélange de vapeur avec les HE est directement condensé sous le support de la plante à travers un plateau perforé. La méthode de séparation des HE est la même que dans les autres méthodes de distillation. Cette méthode permet de réduire la consommation de vapeur et la durée de la distillation, tout en offrant un meilleur rendement par rapport à la distillation à la vapeur (li *et al.*, 2014).

I.3.5.4. Turbo-hydro distillation

Le processus de turbo-distillation est approprié pour l'extraction de matériel végétal grossier et dur comme les racines, les graines et l'écorce. Dans ce processus, le matériel végétal est trempé dans l'eau, puis la vapeur circule à travers le matériel végétal et le mélange d'eau, tout au long du processus, la même eau est recyclée à travers le matériel végétal (figure 7). Cette méthode permet d'obtenir plus rapidement de l'huile essentielle à partir de matières végétales difficiles à extraire (Hanif *et al.*, 2019).

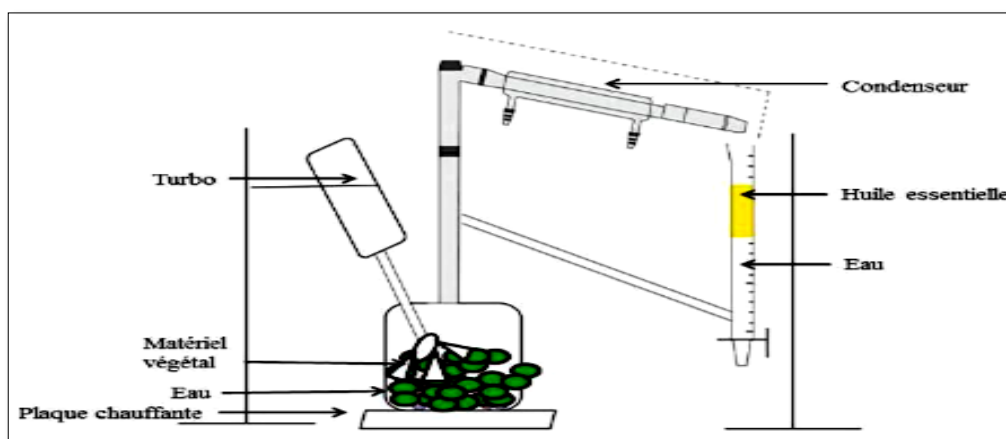


Figure 7 : Schéma d'un appareillage de turbo-hydro distillation (Poirot, 2016) .

I.3.5.5. Hydro distillation par micro-ondes, sous vide

Le procédé est basé entièrement sur le principe de l'hydrodistillation classique. Le matériel végétal est donc placé en présence d'une quantité d'eau suffisante dans un ballon

disposé dans l'enceinte du four à micro-ondes. Le système de réfrigération ainsi que la partie prévue pour la récupération des essences sont situés à l'extérieur du four (Figure 8). Les avantages cités sont la rapidité et la similitude de la composition de l'huile par rapport à une hydrodistillation classique (Sutour, 2010).

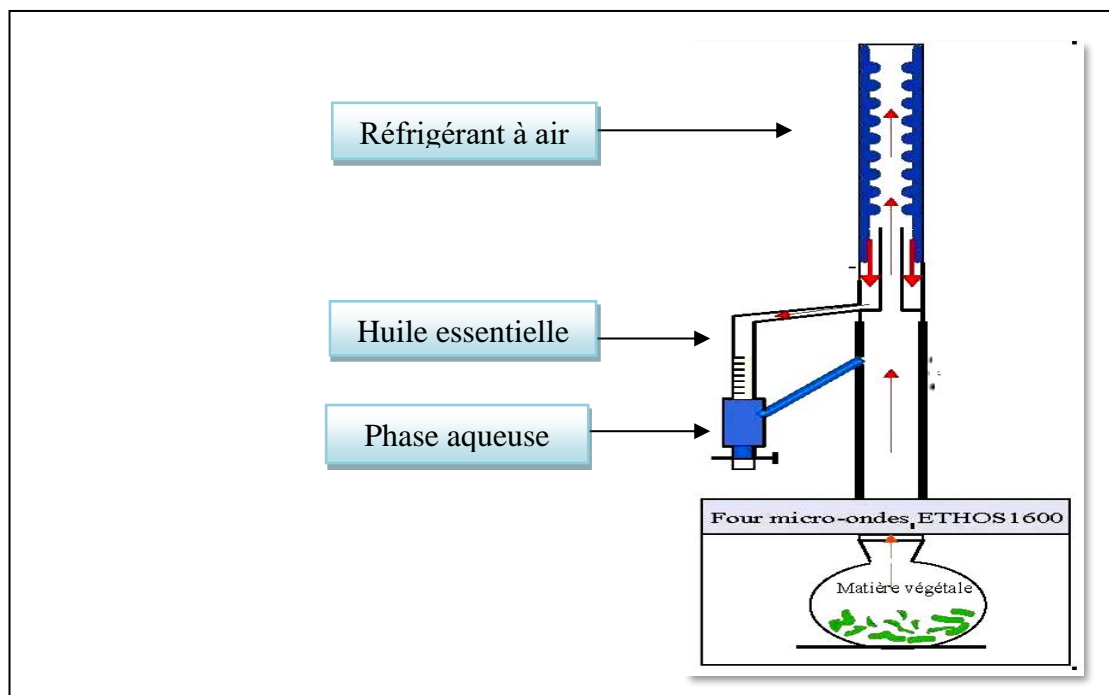


Figure 8 : Schéma d'un appareillage de l'hydro distillation par micro-ondes (Lucchesi, 2005).

I.3.5.6. Expression à froid

Cette technique est réservée à l'extraction des essences volatiles contenues dans les écorces d'agrumes en les broyant par un procédé mécanique. Elle consiste à casser ou écraser les parois des sacs oléifères contenus dans le mésocarpe juste en dessous l'écorce du fruit afin d'en récupérer le contenu non altéré (Boukhatem *et al.*, 2019).

I.3.6. Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles ont une composition très complexe, de composés volatils et semi-volatils, ils appartiennent essentiellement à 2 groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes (Coic-Marinier et Lobstein, 2013) :

- ◆ Le groupe des terpénoïdes : monoterpènes et sesquiterpènes
- ◆ Le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropanes

I.3.6.1. Les terpénoïdes

C'est le plus grand groupe de composés naturels, avec plus de 30000 structures connues. Ils sont formés d'une combinaison de plusieurs unités isoprène (C_5H_8)_n, et forment plusieurs classes en fonction de leur structure et fonction chimique (tableau 1). Les principaux terpènes sont les monoterpènes ($n=2 \rightarrow C_{10}$), les sesquiterpènes ($n=3 \rightarrow C_{15}$) les diterpènes ($n=4 \rightarrow C_{20}$). La biosynthèse des terpènes implique deux précurseurs principaux : l'isopentényl pyrophosphate (IPP) et le diméthylallyldiphosphate (DMAPP) (Mnayer, 2014 ; Berger, 2007 ; Bounab, 2020).

I.3.6.1.1. Les monoterpènes

Constitue la plus simple de la série. Les monoterpènes sont constitués du couplage de deux unités « isopréniques ». Ils sont volatils et représentent la majorité des constituants des huiles essentielles Ils peuvent être acyclique (Myrcène, Ocimène), monocyclique (α et γ -Terpinène, p-Cymène), ou bicycliques (Pinènes, Camphène, Sabinène). Ils constituent, parfois, plus de 90 % de l'huile essentielle (Bekhechi et Abdelouahab, 2014).

I.3.6.1.2. Les sesquiterpènes

Ce sont des dérivés d'hydrocarbures $C_{15}H_{24}$ (assemblage de trois unités isoprène). C'est la classe de terpènes la plus diversifiée et elle est divisée en plusieurs Classe structurale, acyclique, monocyclique, bicyclique, tricyclique, polycyclique. Ils existent sous forme d'hydrocarbures ou d'hydrocarbures oxygénés, tels que cétones, aldéhydes, alcools, lactones et acides dans la nature (Bekhechi et Abdelouahab, 2014 ; Piochon, 2008).

I.3.6.1.3. Les diterpènes

Quatre unités isoprénique forment ces diterpènes, et leur masse moléculaire relativement plus lourds que leur équivalent mono et sesqui-terpènes ce qui limite leur présence dans les huiles essentielles obtenues par entraînement à la vapeur. Donc les diterpènes généralement rares et introuvable dans les huiles essentielles (Pierron, 2014 ; Poirot, 2016).

Étude bibliographique

Tableau 1 : les différentes classes des terpénoïdes

Squelette carbone	Type de terpénoïdes	Exemple de molécule	Exemple de structure
C5	<i>Hemiterpènes</i>	Isoprène	
C10	<i>monoterpènes</i>	Monocyclique : thymol	
C15	<i>sesquiterpènes</i>	Germacrène	
C20	<i>diterpènes</i>	Taxadiène	
C30	<i>triterpènes</i>	Hopane	
C40	<i>tetraterpènes</i>	B-carotène	
+C40	<i>polyterpènes</i>	Caoutchouc	$\left[\left(\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right)_m \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_n$

I.3.6.2. Composés aromatiques

Ce sont des dérivées du phénylpropane (C_6-C_3). Ils sont beaucoup moins fréquents que les précédents. Il s'agit de noyaux aromatiques couplés de chaînes de 3 carbones. Ce sont, très souvent, des allyl- et propénylphénols ; parfois des aldéhydes. Caractéristique de certaines HE d'*Apiaceae* (fenouil, persil, anis, etc. : Anéthole, Estragole, etc.), mais aussi celles du girofle, de l'estragon, du basilic, de l'écorce ou des cannelles (Eugénol, Safrole, Cinnamaldéhyde, etc.) On peut également rencontrer dans les huiles essentielles des composés C_6-C_1 comme la vanilline (figure 9) ou comme l'anthranilate de méthyle (Bekhechi et Abdelouahab, 2014 ; Jean, 2009).

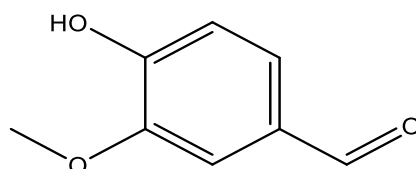


Figure 9 : la vanilline (C_6-C_1)

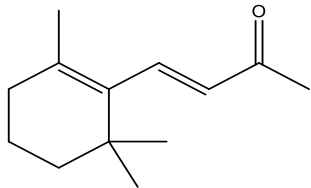
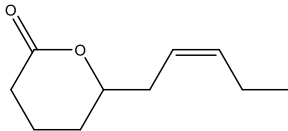
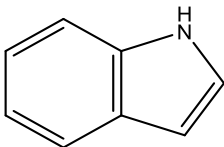
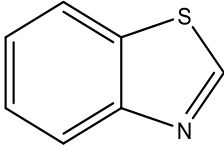
I.3.6.3. Les composés d'origines diverses (Bounab, 2020) :

C'est le résultat de la conversion de molécules non volatiles, Il s'agit exactement de :

- ✓ Composés produits par la dégradation des terpènes
- ✓ Composés produits par la dégradation des acides gras
- ✓ Composés azotés ou soufrés

Étude bibliographique

Tableau 2 : Exemples de structures de quelques composés d'origines diverses .

Type de dégradation	Exemple des composés	Exemple de structure
Composés issus de la dégradation de terpènes	β -Ionone	
Composés issus de la dégradation d'acides gras	Jasminlactone	
Composés azotés	Indole	
Composés soufrés	benzothiazole	

I.3.7. La toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont utilisées pendant longtemps dans des applications aussi multiples que variées. La grande majorité des huiles essentielles sont non toxiques et entièrement sans danger en cas d'utilisation avec précaution, c'est-à-dire de petites quantités et faible concentration selon les directives du thérapeute responsable. Cependant, certains sont très toxiques, même en petites quantités, et d'autres peuvent le devenir avec une utilisation prolongée. Les effets secondaires des huiles essentielles variant aussi selon leurs natures chimiques. Certaines huiles sont toxiques par voie dermique en raison de leur pouvoir irritantes pour la peau et les muqueuses (Les huiles essentielles riches en phénols, aldéhydes aromatiques et terpéniques). Allergène (huiles riches en lactones sesquiterpéniques, aldéhyde cinnamique, les phénylpropanoïdes et les hyperoxydes), phototoxique (contient des furo- et pyrocoumarines). Et certaines sont toxique par voie orale et provoquent des effets secondaires mais à l'utilisation à longues périodes. Huiles hépato-toxiques (qui présentent les phénols comme le carvacrole à hautes doses et à longue durée), huiles néphrotoxiques (riches en monoterpènes), huiles à toxicité doubles : neurotoxiques et abortives (riches en molécules des cétones) (Bertella, 2019 ; Piochon, 2008).

En générale les huiles essentielles portant la notion de la dualité "Efficacité - Toxicité". C'est-à-dire elles sont des substances thérapeutiquement active est potentiellement toxique. Tout dépendra de la dose unitaire, journalière, de la voie d'administration, de l'état du patient... **(Bignoate et Kossi, 2023)**.

I.3.8. Activités biologiques

La composition chimique des huiles essentielles sont connues pour être douée de plusieurs propriétés intéressantes (antimicrobienne antiseptiques antioxydant antivirales...etc.) **(Maamri, 2011)** .

I.3.8.1. Activités antimicrobiennes

Les huiles essentielles de nombreuses plantes médicinales considérées comme agents antimicrobiens à large spectre contre de nombreux micro-organismes pathogènes. L'activité antimicrobienne inclue l'activité antibactérienne, antifongique (le champignon), antiviral...etc. Les composés majoritaires comme les composés terpénique et non terpéniques présents dans les huiles essentielles ont été identifiés comme des composants bioactifs à l'activité antimicrobienne **(Chanthaphon et al., 2008)**. Il est admis que l'activité antimicrobienne des HE est classée par ordre décroissant selon la nature du composant principal : Phénol > Alcool > Aldéhyde > Cétone > Oxyde > Hydrocarbure > Ester. L'effet des composés minoritaires quantitatifs peut être négligeable **(El-Houiti, 2009)**.

a) Activité Antibactérienne

Les huiles essentielles sont connues de cet effet antibactérien, et ceci sur les deux groupes de bactéries gram- positif et gram- négatif qui ont démontrées une importante sensibilité in vitro **(Chanthaphon et al., 2008)**.

Selon **Piochon (2008)**, les huiles essentielles riches en composés phénoliques comme l'Eugénol, le Thymol et le Carvacrol possèdent une forte activité antibactérienne contre un large spectre de bactéries : *Salmonella enterica*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium jejuni*, *Listeria monocytogène*, *Lactobacillus sake* **(Piochon, 2008)**.

Le mode d'action des huiles essentielles sur les cellules bactériennes n'est pas clair. Il ne soit pas allouable à un mécanisme unique, mais à plusieurs sites d'action au niveau de cellule (Bounab, 2020).

b) Activité Antifongique

Selon Kalembe et Kunicka (2003), un grand nombre des huiles essentielles ont été testés contre une large gamme de champignons comme : *Penicillium chrysogenum*, *Candida* (*C. albicans*), *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*). La plupart d'entre eux ont donné des résultats satisfaisants. Parmi des composés chimiques responsable de l'activité antifongique c'est le Thymol et Carvacrol (Kalembe et Kunicka, 2003).

I.3.8.2. Autres activités biologiques

L'activité biologique des huiles n'est pas seulement antimicrobienne, mais aussi possèdent des autres activités par exemples : certaines huiles essentielles telle que de basilic, clou de girofle, cannelle, possèdent des propriétés antioxydantes, d'autre part il y a des HE qui possédant des propriétés antiviral comme l'HE de *Melaleuca alternifolia*. Il y a aussi des huiles essentielles avec une activité anti carcinogène (Berger, 2007).

I.3.9. Utilisation (domaines d'application)

Les huiles essentielles sont étroitement liées à l'histoire de l'humanité grâce de leurs compositions chimiques qui leur confère des propriétés intéressantes autres que leurs activités antimicrobiennes. Leurs utilisations sont en expansion dans de nombreux domaines industriels et médicales, les principaux domaines d'application étant les suivants (Obame, 2009 ; Mnayer, 2014):

a) Alimentation

Les huiles essentielles sont très utilisées comme arômes alimentaires ou d'épices et parfois comme condiments, aussi bien dans le secteur salé que sucré (sauces, confiserie, produits laitiers, snacks, produits carnés, soupes, boissons non alcoolisées, produits de boulangerie) et aussi peuvent servir en même temps comme agents de conservation des aliments, grâce à leur effet antimicrobien (Bertella, 2019 ; Mnayer, 2014).

b) L'industrie cosmétique

C'est l'une des substances aromatiques les plus consommées. Les huiles essentielles sont des ingrédients populaires dans le domaine des parfums et des cosmétiques. L'utilisation des huiles essentielles comme conservateurs commence à prendre de l'ampleur en raison de leurs propriétés antioxydantes et antimicrobienne, qui peuvent prolonger la durée de conservation des produits. De plus, leurs propriétés odorantes les rendent largement utilisés comme ingrédients dans les formulations de produits. Néanmoins, leur utilisation peut présenter des contre-indications ; des concentrations supérieures au pourcentage recommandé peuvent provoquer des réactions cutanées telles que les allergies. Donc, il faut utiliser des très petites quantités (**Mnayer, 2014**).

c) Domaine médical

Le mot « aromathérapie » (du latin aroma, arôme, et du grec thérapia, soin, cure) signifie le traitement des maladies et le soin du corps par des extraits aromatiques de plantes. Ce qui définit aussi comme la partie de la phytothérapie qui utilise les huiles essentielles (**Lardry et Haberkorn, 2007**). L'emploi des huiles essentielles en thérapeutique est lié à leurs propriétés pharmacodynamiques diverses. Parmi les plantes à huiles essentielles, on trouve les antiseptiques surtout employés dans les maladies des voies respiratoires ou urinaires, certaines sont stimulants du système nerveux central, d'autres, agissent comme eupeptiques et carminatives (régularisent la digestion). Leurs actions antispasmodiques, cholérétiques, vermifuges et stomachiques ne sont pas non plus, à négliger. Les huiles essentielles renferment des substances antivirales. Elles ont aussi des propriétés antifongiques dues au Menthol, au Menthone, au Néomenthol et à l'Acétate de Mentyle. En plus de ça, les huiles essentielles ont des activités antioxydantes. (**Bounab, 2020 ; Mnayer, 2014**).

MATERIELS ET METHODES

Cette étude a été réalisée au niveau du laboratoire pédagogique du département de biologie de l'Université Amar Telidji de Laghouat., menée avec les huiles essentielles de *l'Artemisia herba alba* Asso et *Artemisia campestris* L.

L'objectif de notre travail est d'évaluer les propriétés biologiques (activité antimicrobienne) de ces plantes.

II.1. Matériels

II.1.1. Matériel végétale

Les plantes étudiées dans ce travail sont *l'Artemisia herba alba* Asso connue par le nom Chih et *Artemisia campestris* L. connue par le nom de T'gouft, elles ont été choisies sur la base de leurs utilisations en médecine traditionnelle locale.

La récolte de ces plantes est effectuée dans la région de 'El-Idrissia' Djelfa durant le mois de novembre 2021 .La partie aérienne (feuilles et tiges) de ces deux espèces était utilisée pour l'extraction.

II.1.2. Les souches microbiennes testées

Les souches bactériennes utilisées sont des souches de référence obtenues de l'American Type Culture Collection (ATCC), elles sont réactivées à 37 °C par repiquage sur milieux : gélose et bouillons nutritif pendant 18h. Les souches pathogènes utilisées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Les souches microbiennes utilisées et leurs Références

	Souches bactériennes	Références	Sources	Maladies provoquées
	Bactéries :			
Gram négatif	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922	Laboratoire vétérinaire de Laghouat laboratoire de recherche Tlemcen .	Diarrhée, infection urinaire, méningite.
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853		Infections nosocomiales Infections cutanées et des tissus mous Infections respiratoires
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	ATCC 9610		La fièvre, la diarrhée et des douleurs abdominales.
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	ATCC 70603		Infections nosocomiales (infection broncho-pulmonaires, urinaires, bactériémies, infections méningées post-traumatiques ou post-chirurgicale)
Gram positif	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923		Infection cutanée, toxi-infection alimentaire. Infection nosocomiales
	<i>Micrococcus luteus</i>	ATCC 4698		Cas d'abcès intracrâniens, de pneumonie, d'arthrite septique, d'endocardite et de méningite
	Les levures:			
	<i>Candida albicans</i>	ATCC 10231		Candidose
	<i>Candida albicans</i>	ATCC 26790		

II.2.Méthodes expérimentales

II.2.1. Extraction des huiles essentielles

II.2.1.1. Procède d'extraction

Les huiles essentielles de nos plantes ont été extraites de la partie aérienne séchée par hydrodistillation durant 3 heures à l'aide d'un appareil de type Clevenger. La vapeur de l'eau enrichie des constituants volatils est condensée puis décantée.

Les échantillons d'huiles essentielles ont été séchés à l'aide de sulfate de sodium anhydre, puis stockés dans des flacons en verre scellés à 4-5 ° C jusqu'à l'analyse (Al Jahid *et al.*,2016).

II.2.1.2. Calcul du rendement

Le rendement est défini comme le rapport entre la quantité d'HE récupérée et la quantité de matière végétale sèche traitée, exprimé en pourcentage selon la formule suivante (**Mahfouf, 2018**):

$$R = P_b / P_a \times 100$$

Sachant que :

- ✓ R : rendement de l'huile essentielle
- ✓ P_b : poids de l'huile essentielle récupérée en gramme
- ✓ P_a : poids de la matière végétale sèche en gramme

II.2.2. Etude et évaluation de l'activité antimicrobienne

II.2.2.1. Test de l'activité antimicrobienne (aromatogramme)

■ Principe

L'activité antimicrobienne a été réalisée par la méthode de l'aromatogramme, qui est la même technique expérimentale que l'antibiogramme. Ce dernier permet de tester la sensibilité des souches bactériennes à un ou plusieurs antibiotiques (**Benkherara et al., 2011**).

Un aromatogramme est une méthode *in vitro* permet de déterminer l'activité inhibitrice de la croissance microbiennes par les huiles essentielles en mesurant le diamètre d'inhibition autour d'un disque de cellulose imprégné d'huile essentielle (Figure 11) (Plus le diamètre de cette zone est grand, plus l'espèce est sensible) (**De Billerbeck., 2007; Benkherara et al., 2011**).

II.2.2.1.1. Préparation de la préculture

Elle consiste à préparer à partir d'une culture jeune, de 18 à 24h :

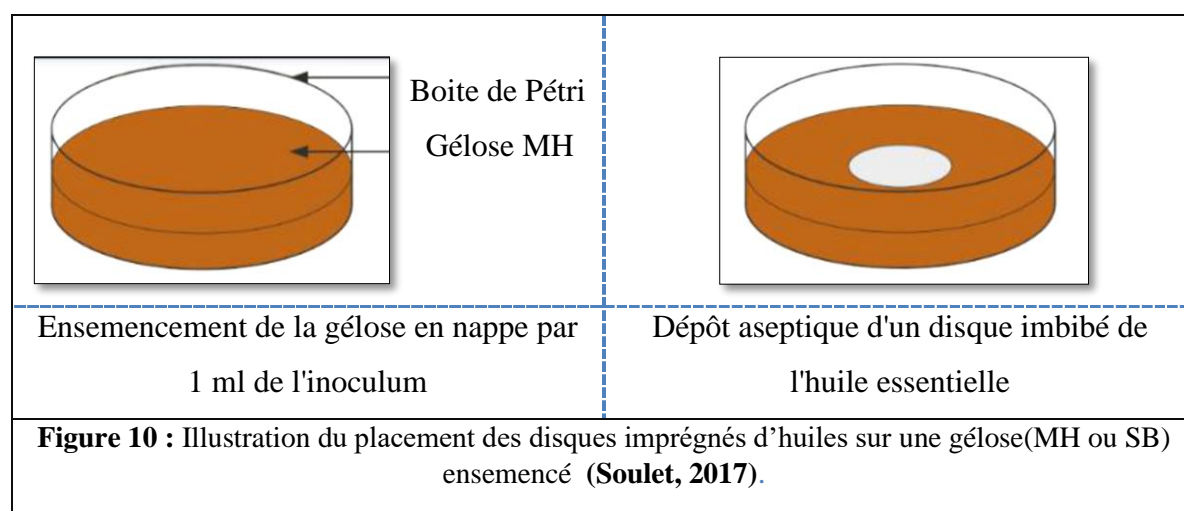
- ✓ Les bactéries ont été mises en culture sur gélose Mueller-Hinton solide (MH). (**Annexe02**)
- ✓ La mise en culture des souches fongiques (candida) a été réalisée sur milieu Sabouraud solide (SB). (**Annexe 02**)

II.2.2.1.2. Préparation de la suspension microbienne

A partir des cultures jeunes sur les milieux gélosés Mueller-Hinton et Sabouraud, des suspensions sont préparées avec de l'eau physiologique stérile et homogénéisées de façon à obtenir une concentration de l'ordre de 10^5 à 10^8 C.F.U/ ml. Ces concentrations ont été réalisées par la lecture de la densité optique entre (0,05 à 0,1), à une longueur d'onde de 625 nm.

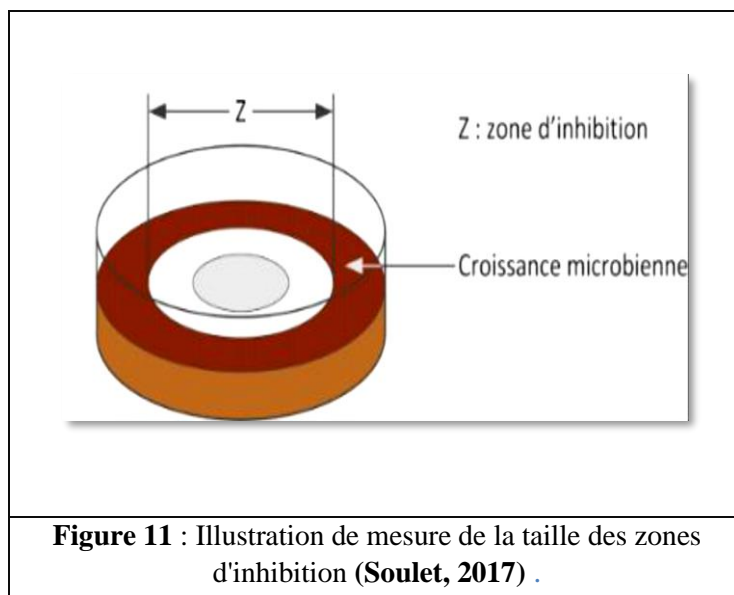
II.2.2.1.3. Préparation des disques d'aromatogramme

- Les disques de papier filtre de 5 mm de diamètre (papier filtre Whatman n° 3) ont été préparé et autoclavés.
- Après ensemencement, trois disques ont été placés aseptiquement sur la gélose inoculée à l'aide de pinces stériles et imprégnés avec 10 μ l de chaque dilution à tester (Figure 10).
- Les boîtes Pétri sont ensuite fermées et laissées diffuser à température ambiante pendant 30 mn, et mises à l'étuve à une température de 37°C pendant 24h.
- Les tests ont été répétés trois fois et ont également utilisé des disques stériles imprégnés de DMSO (témoin négatif) et d'antibiotiques (témoin positif). Toutes les déterminations sont prises en triple exemplaire.



II.2.2.1.4. Lecture

Après incubation, Les résultats expérimentaux sont exprimés par la mesure diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'un pied à coulisse et sont exprimés selon la moyenne des valeurs obtenues \pm l'écart type (SD).



La sensibilité des souches vis-à-vis des huiles essentielles est déterminée comme suit :

Tableau 4 : Sensibilité des bactéries en fonction du diamètre (Moreira *et al.*, 2005)

Sensibilité des bactéries	Le diamètre (mm)
Bactérie non sensible (-)	Diamètre < 8
Bactérie sensible (+)	Diamètre compris entre 9 à 14
Bactérie très sensible (++)	Diamètre 15 à 20
Bactérie extrêmement sensible (+++)	Diamètre > 20

II.2.2.2. Test de sensibilité aux antibiotiques (antibiogramme)

Ce test a été réalisé pour étudier l'antibiogramme standard des germes testées et pour comparer leurs sensibilités vis-à-vis des ATB et des ATF, puis la comparé avec celle de nos extraits.

Les disques antibiotiques sont déposés à la surface d'un milieu gélosé ensemencé avec une culture pure de la souche à étudier.

Le protocole d'évaluation de la sensibilité bactérienne aux antibiotiques est identique à celui des disques des papiers imprégnés des extraits.

Le choix des antibiotiques était en fonction des souches sélectionnées et selon la disponibilité. Les ATB et les ATF utilisés sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Les antibiotiques et l'antifongique utilisés

Antibiotique Témoin (+)	Le code	La dose	Souches
Céfoxitine	FOX30	30mg/ml	<i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Gentamicine	CN10	10mg/ml	<i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i>
Ofloxacine	OF5	5mg/ml	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Micrococcus luteus</i>
Amphotéricine B	Fungizone	40ml / 10%	<i>condida 10</i> <i>condida 26</i>

II.2.3. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

▪ Principe

Ce test d'évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles a été réalisé en suivant la méthode de dilution en milieu liquide (microdilution). Cette méthode est utilisée pour estimer et déterminer les paramètres d'inhibition de la croissance bactérienne et fongique (CMI), ainsi que la Concentration minimale Bactéricide (CMB) et fongicide (CMF,) (Maamri, 2011; Ngwanguong *et al.*, 2023).

◆ Concentration minimale inhibitrice (CMI)

La CMI a été définie comme la concentration la plus faible qui inhibe la croissance des bactéries. Cette inhibition est visible à l'œil nu (Kempf *et al.*, 2011).

◆ Concentration minimale fongicide (CMF)

La CMF défini comme la plus petite concentration à partir de laquelle aucune croissance mycélienne n'est observée, il correspond à un taux de létalité de minimum 99.9% (Isidore *et al.*, 2018).

◆ Concentration minimale bactéricide (CMB)

Définie par la plus faible concentration capable de tuer d'au moins 99,99 % des bactéries (<0,01% de survivants) (Mangin, 2016).

II.2.3.1. La méthode de dilution en milieu liquide

Afin d'estimer Les valeurs CMI, CMB et CMF des huiles étudiées, nous avons utilisé des microplaques stériles à 96 puits. Les puits sont alignés en 12 colonnes (1 à 12) et en 8 lignes (A à H). Huit séries (A à H) de six puits contenant initialement 100µl de milieu de culture liquide (MH) pour les bactéries et (SB) pour les candidats. 100µl d'huile essentielle diluée par le DMSO à 50%(v/v), ces concentrations C₀ connues pour chaque plante, ont été ajoutées au premier puits, ensuite une dilution en série a été réalisée. 100 µl de suspension bactérienne avec une charge de 10⁸ UFC/ml ont été ajouté (de façon que chaque ligne contient une souche différent).

Les puits de A7 à F7 sont conservés pour le control positif des souches bactérienne (100µl milieu MH + 100 µl ATB Céphazoline), alors que les puits G7 et H7 pour le control positif des souche fongiques (100µl milieu Sabouraud + 100 µl ATF Amphotéricine B).

Puis Les microplaques sont incubées à l'étuve pendant presque 24 h à 37°C.

Après l'incubation, nous avons ajouté à chaque puits, 40µl (0,2 mg/ml) de solution d'Iodonitrotetrazolium chloride (INT) et les plaques ont été laisser à température ambiante entre 15 à 30 min jusqu'à ce qu'il y ait un changement de couleur en rose / violet. L'apparition d'une coloration violette montre la viabilité des cellules microbiennes (Eloff, 1998).

La méthode est expliquée dans la figure 12.

MATERIELS ET METHODES

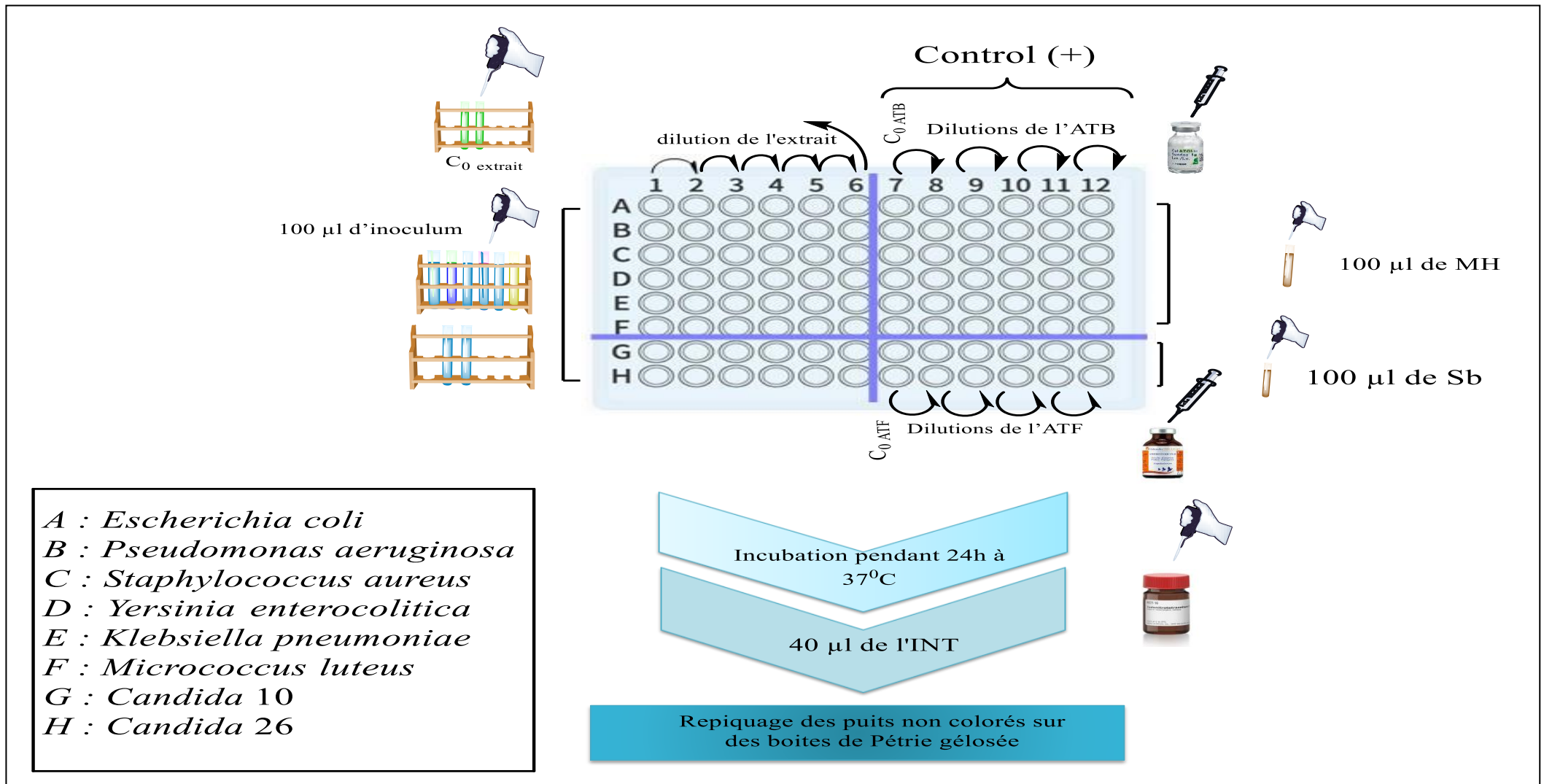


Figure 12 : Schéma de la méthode de micro dilution sur milieu liquide. (Personnelle. Par Chemdraw Professional 16.0).

II.2.3.2. Évaluation des résultats

Nous pouvons noter les résultats à l'œil nu. Alors, la lecture se fait en comparaison avec les puits témoin. En générale, la CMI correspond à la concentration des puits non coloré où la plus faible concentration d'HE.

Après la révélation de la CMI, nous avons procédé à la détermination de la CMB. La détermination de cette dernière ce fait par le repiquage des puits sans couleur limpide (croissance n'est pas visible à l'œil nu) par un ensemencement sur boites de Pétrie gélosées à l'aide de pipette pasteur en verre. Ensuite, les boites ont été incubé à l'étuve pendant 24 h à 37°C.

Après l'incubation, nous avons fait une lecture des boites de pétrie. Les boites qu'elles ne contiennent pas de croissance microbienne correspondent aux concentrations des extraits qui représentent les CMB (Figure13)

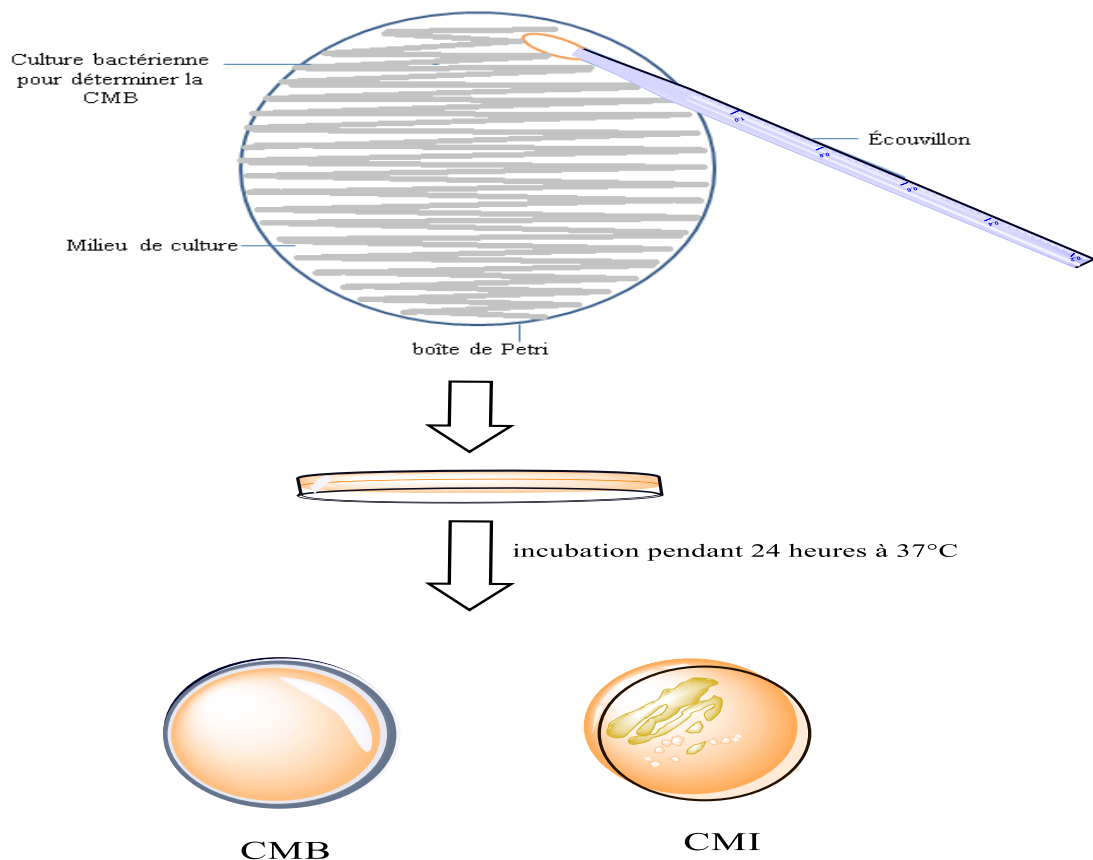


Figure 13 : repiquage sur milieu solide pour déterminer la CMB
(Personnelle. Par Chemdraw Professional 16.0).

***RESULTATS ET
DISCUSSION***

III.1. Rendement des extractions

Les rendements (%) en huiles essentielles ont été exprimés en ml par 100g de matière Végétale sèche de la partie aérienne de la plante.

Le rendement en HE après hydrodistillation des deux plantes était largement variable (Figure14). Le rendement le plus important a été enregistré pour l'huile d'*Artemisia herba alba* avec une valeur de 0,64%, alors que l'huile d'*Artemisia campestris* représente un faible rendement de 0,28%.

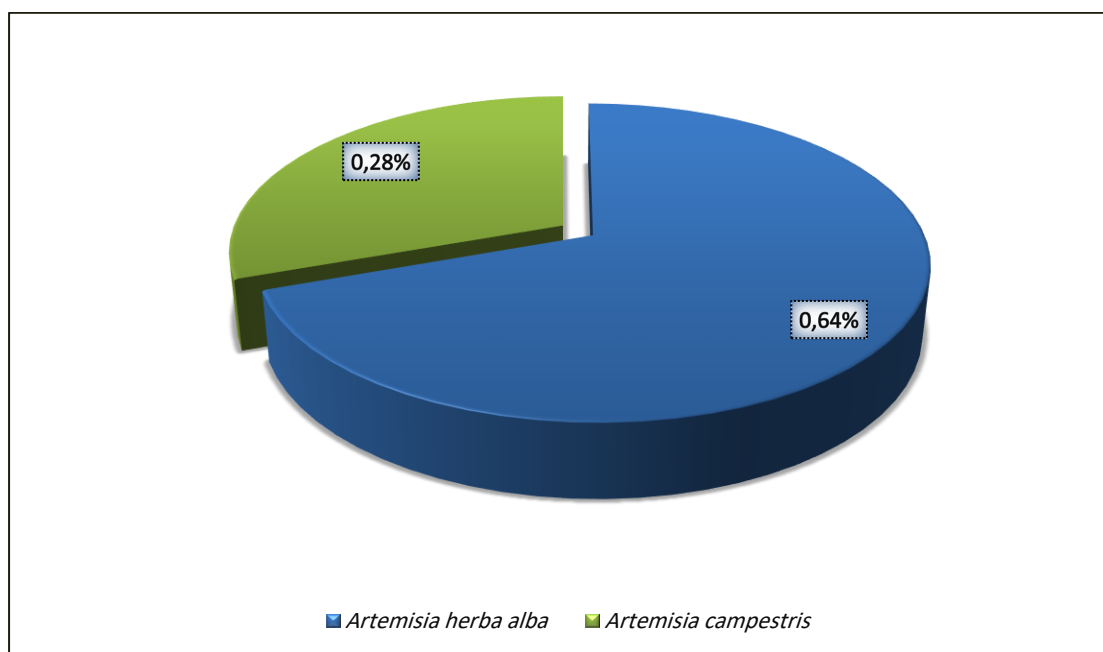


Figure 14 : Comparaison entre les rendements des extraits en %

Le rendement de notre huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* était de 0,64%. Cette teneur en huile essentielle des parties aériennes est plus élevée que celle rapportée pour l'*Artémisia herba alba* dans les travaux de **Qnais et al., (2016)** et **Houti et al., (2023)** dans les régions qui était par ordre Al-Mafraq(Jordan) de 0.45% et Région du Moyen Atlas du Maroc de 0.49%.

Alors que, Le rendement de notre huile est très proche de celui trouvé par **Bertella et al., (2018)**, **Bertella, (2019)** et **Akrout, (2004)** qui sont : 0,6% et 0,64 à (Batna) et 0,65% en (Tunisie).

Nous avons noté aussi des rendements les plus importants ont été enregistré pour les plantes collectées de la région de Guercif (Maroc oriental) (0,86~1,23%) par **Ghanmi, et al., (2010)** et de (2,30 %) en sud de l'Espagne par **Salido, et al., (2004)** .

Également, des rendements élevés de 0,4% et 1,7% revient respectivement, à la même espèce collectée de la région de Tigri et Figuig en Maroc par **Dib, et al., (2017)** et (**Al Jahid et al., 2016**).

Le rendement 0,28% en huile essentielle pour l'*Artemisia campestris* L étudiée reste en générale moyen, mais considéré comme important par rapport à 0,1% le rendement qui a été présenté par **Dob et al., (2005)** pour la récolte de Djelfa.

Le rendement de notre étude était étroitement proche de celui enregistré par **Bertella, (2019)**, **Touil et Benrebiha, (2012)** et **Khaldi, (2017)** qui sont respectivement de 0,29% (la récolte à bouilef - Batna), 0,3% (la récolte à Ain el bel - Djelfa) et 0,37% (la récolte à Bachar).

Cette différence de rendement entre les plantes peut être expliquer par l'origine géographique, des conditions d'extraction et séchage, la durée et la Période de récolte (**Ghanmi, et al., 2010**) .

III.2. Activité antimicrobienne :

Pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne, nous avons adopté la méthode de l'aromatogramme et la méthode de dilution en milieu liquide. Elles consistent à mesurer *in vitro* le pouvoir antimicrobien des huiles essentielles des deux espèces d'*Artemisia* .

Lors du l'aromatogramme, une zone circulaire d'inhibition a été observée autour des disques. Les résultats correspondent à la mesure du diamètre de la zone d'inhibition (\emptyset). Ils s'expriment selon la sensibilité du germe et symbolisé par (+) et (-) (Tableau 4) (**Ghanai et al., 2018**) .

Les tests d'activité microbienne ont été réalisés sur six souches bactériennes et deux souches fongiques avec les huiles essentielles extraites de deux espèces *Artemisia herba alba* Asso et *Artemisia campestris* L.

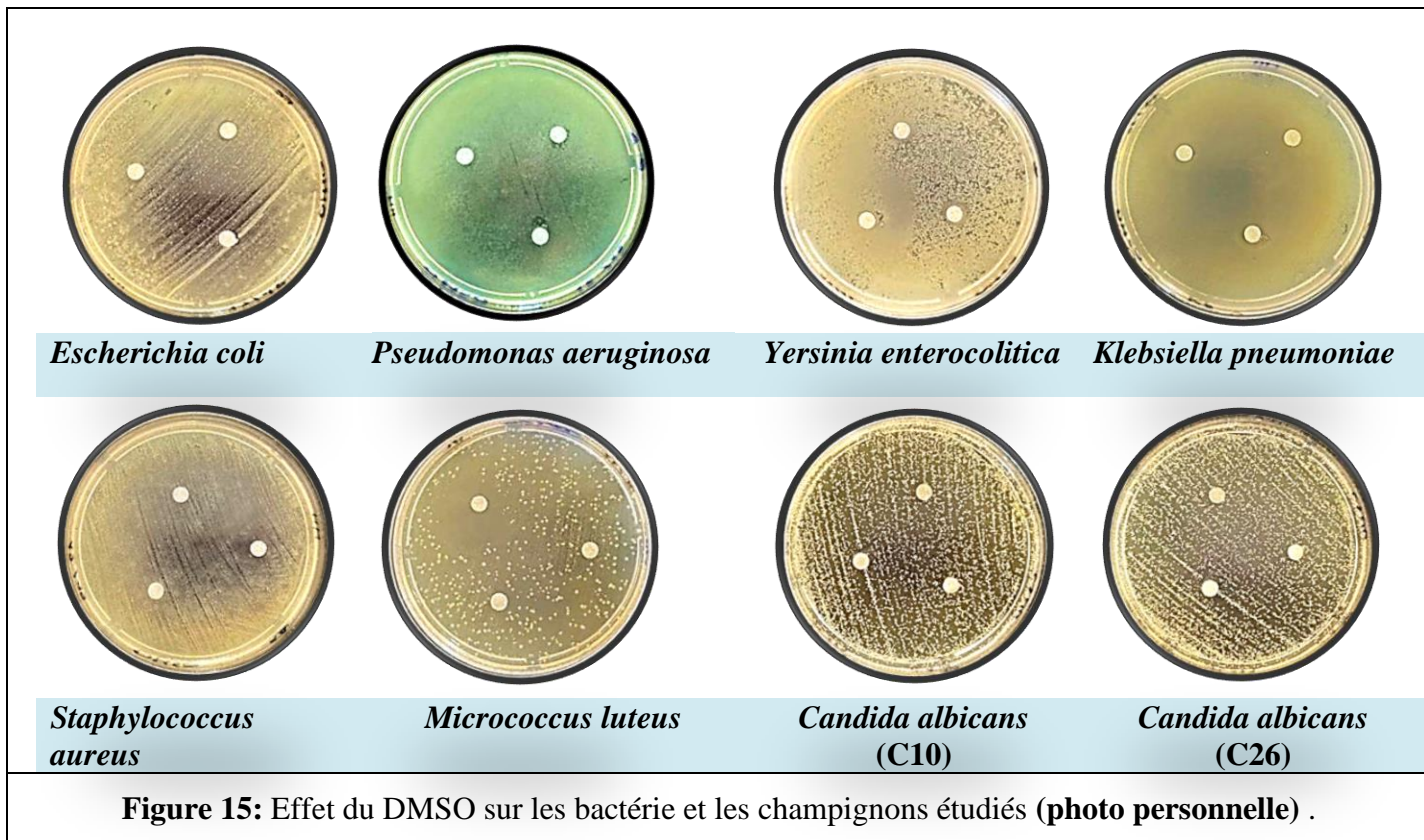
III.2.1. Résultats du test préliminaires

A. Control négatif

Si les extraits doivent être soumis aux essais biologiques, la toxicité du solvant peut également être critique car même en traces, le solvant ne devrait pas empêcher le procédé biologique. L'attention devrait également être prêtée aux interactions possibles entre le solvant et les corps dissous pendant que le solvant peut réagir avec certains composés pour produire des complexes ou pour causer la décomposition, la déshydratation, ou l'isomérisation de ces composés (Yrjönen, 2004) .

Pour cette raison, le DMSO a été testé comme solvant. Les résultats indiquent que le DMSO est le solvant approprié et n'affecte pas la croissance normale des souches microbiennes et il peut être utilisé comme émulsifion.

Les résultats sont illustrés par les photos présentées dans la figure suivant :



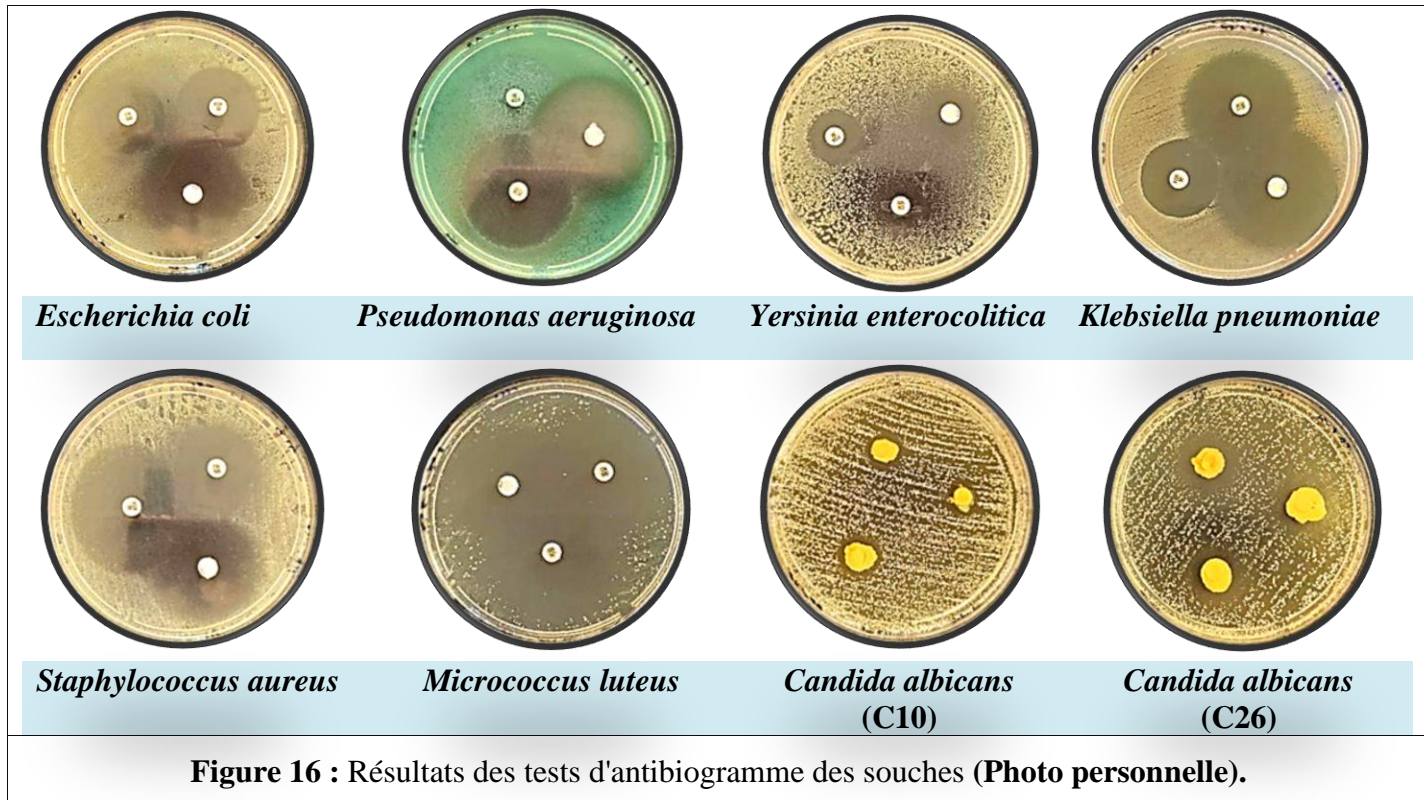
RESULTATS ET DISCUSSION

B. Antibiogramme (contrôle positif)

Pour démontrer la sensibilité et la résistance des souches microbiennes à l'huile essentielle obtenue, nous avons utilisé des antibiotiques et antifongiques à savoir : Ofloxacine, Céfoxitine, Gentamicine, Amphotéricine B, comme témoin positif.

L'antibiogramme consiste à chercher la sensibilité des souches vis-à-vis des antibiotiques et des antifongiques, la figure ci-dessous rapporte les valeurs en mm des zones d'inhibitions révélées par les souches étudiées.

Après 24 h d'incubation, à 37°C, les résultats des témoins positifs sont mentionnés dans le tableau N°6



RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 6 : Diamètres des zones d'inhibition (mm) provoqués par les antibiotiques sur les souches bactériennes

Souches testées	Diamètre de la zone d'inhibition en (mm)			
	Antibiotiques			Antifongique
	Céfoxitine	Géntamicine	Ofloxacine	Amphotéricine B
<i>Escherichia coli</i>	25,5±0.5	23±00	35±2	/
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	28±1	36±3	36,5±1,5	
<i>Yersinia enterocolitica</i>	16,5±0,5	20±2	18,5±0,5	
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	23,6±1.5	36±2,5	38±1,5	
<i>Staphylococcus aureus</i>	39±1	26,5±05	33±1	
<i>Micrococcus luteus</i>	24±4	39±1	34,6±0,5	
<i>Candida albicans</i> (10)	/			14±1
<i>Candida albicans</i> (26)				18,3±0,70

III.2.2. Résultats des Tests du pouvoir antimicrobien

III.2.2.1. Résultats du test antimicrobiens des Huiles essentielles par la méthode de diffusion sur gel

La méthode de diffusion nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antibactérien et antifongique des huiles essentielles de deux plantes aromatique du même genres.

L'activité antimicrobienne est estimée en termes de diamètre de la zone d'inhibition de la croissance microbienne autour des disques imprégnés d'huiles essentielles avec des concentrations pures et deux dilutions (1/2 et 1/5). L'activité antimicrobienne a été estimée selon le tableau 4.

Les résultats du test de sensibilité microbienne aux différentes huiles essentielles sont regroupés dans le tableau 07.

Le DMSO sans extrait a été utilisé en tant que contrôle négatif et n'a montré aucun effet inhibiteur sur la croissance microbienne

RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 7 : Diamètres des zones d'inhibitions d'huiles essentielles de l'*Artemisia herba alba* Asso et l'*Artemisia campestris* L.

	Souches	Diamètres de la zone d'inhibition en (mm ± SD)					
		<i>Artemisia campestris</i> L.			<i>Artemisia herba alba</i> Asso		
		HE (pur)	HE (1/2)	HE (1/5)	HE (pur)	HE (1/2)	HE (1/5)
Bactéries	<i>Escherichia coli</i>	7±0,5	7±0,5	5±0	9±0	8,17±0,76	5±0
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6,83±0,29	6,17±0,58	5±0	7,33±0,76	7±0,5	5±0
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	18,5±0,5	15,67±1,04	9,33±1,04	25,33±1,15	13,17±1,26	7±0,5
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	26,67±1,44	24,33±2,08	21±2,64	18,67±1,58	9±1	5±0
	<i>Staphylococcus aureus</i>	22,67±3,51	16,67±3,51	8,5±1	50±0	25,67±3,05	20,67±3,05
	<i>Micrococcus luteus</i>	34,5±0,5	17,33±1,26	16±0,5	50±0	50±0	5±0
Levures	<i>Candida albicans</i> (10)	16±1	10,67±1,53	9,67±1,53	50±0	50±0	10,67±1,53
	<i>Candida albicans</i> (26)	20,33±1,57	15,33±1,04	13±1	50±0	50±0	20±1

Les valeurs indiquées sont les moyennes de trois mesures ± l'écart type.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus dans le test de l'activité antimicrobienne des HE des deux plantes, par la méthode des disques sont variés en fonction de sa concentration (pur, 1/2, 1/5) et le type du germe, ce qui nous donne une variation des diamètres d'inhibition des HEs allant de 5 à 50 mm. Les micro-organismes testés n'ont pas montré la même sensibilité aux extraits.

Les extraits d'*Artemisia campestris* L. et *Artemisia herba alba* Asso ont présenté des diamètres de zones d'inhibitions allant de 5 à 34,5 mm et de 5 à 50 mm respectivement.

Les diamètres les plus élevés chez l'*Artemisia herba alba* Asso ont été obtenus pour les deux souches fongiques *Candida albicans* (10) et (26) de 50 mm et les bactéries *Staphylococcus aureus* et *Micrococcus luteus* de 50 mm, alors que l'*Artemisia campestris* L. son effet inhibiteur le plus important a été observé avec *Micrococcus luteus* de 34,5 mm.

Pour l'*Artemisia campestris* et *Artemisia herba alba* Asso, une activité antibactérienne très faible a été observée contre les souches *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*.

La comparaison de nos résultats avec ceux rapportés dans la littérature montre qu'ils sont meilleurs que ceux de **Bouzidi, (2016)**, qui ont testé l'huile essentielle d'*A. herba alba* sur *C. albicans* et *S. aureus*, des diamètres d'inhibition de $30 \pm 3,60$ mm et de $14,33 \pm 0,57$ mm, ont mentionné être respectivement. Également, **Gherib, (2009)**, a montré que les huiles essentielles extraites d'*Artemisia campestris* L. a révélé que *C. albicans*, *P. aeruginosa* et *E. coli* étaient sensibles avec des diamètres d'inhibition de $(20,66 \pm 1,01)$ mm, $(13,66 \pm 0,9)$ mm et $(12,25 \pm 2,1)$ mm, respectivement. Les résultats de **Lakehal et al. (2017)**, ont montré que les huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* possèdent un effet antibactérien contre une large gamme de bactéries telles que *S. aureus* et *K. pneumoniae* et *P. aeruginosa* avec des diamètres d'inhibition de $33 \pm 0,43$ mm, de $15 \pm 0,54$ mm et de 6 ± 0 mm, respectivement. En revanche, ils ont enregistré des diamètres nettement supérieurs à notre, de $19 \pm 0,55$ mm pour *E. coli*.

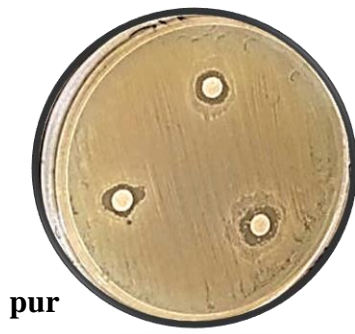
Les diamètres d'inhibition de nos extraits *Artemisia herba alba* Asso et *Artemisia campestris* L. enregistrés vis-à-vis de la souche *Klebsiella pneumoniae* semblent être supérieurs à ceux trouvés par **Akrout, et al. (2009)**, dont les diamètres sont 0 mm pour *Artemisia herba alba* Asso et 10 mm pour *Artemisia campestris* L. **Ghanai et al. (2018)**, ont trouvés le diamètre $8,02 \pm 1,02$ mm pour *Artemisia campestris* L.

RESULTATS ET DISCUSSION

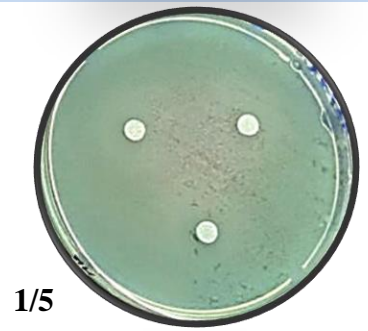
Cette différence de résultats est probablement liée à la différence de la composition chimique des deux types d'huiles et même à la méthode et aux conditions d'extraction. Sachant que la région, la période saisonnière et le climat de reproduction ont un effet significatif sur cette composition. Les figures ci-dessous montrent l'activité antibactérienne et antifongique des deux plantes contre les souches testées.

Artemisia campestris L

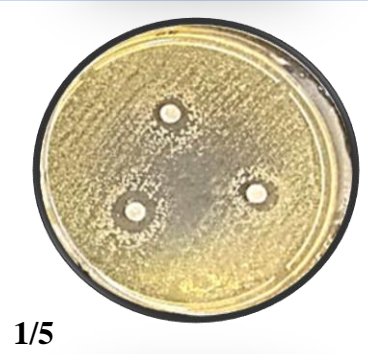
Escherichia coli



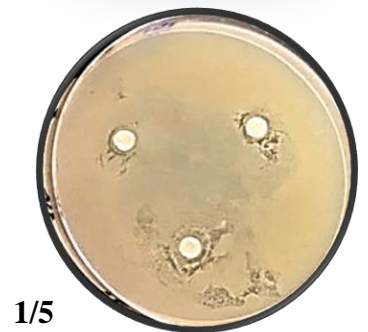
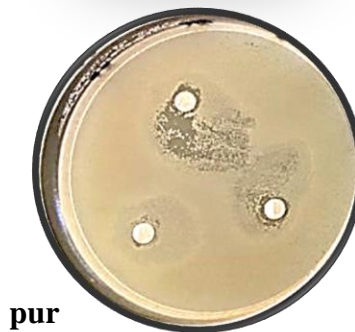
Pseudomonas aeruginosa



Yersinia enterocolitica



Klebsiella pneumoniae



RESULTATS ET DISCUSSION

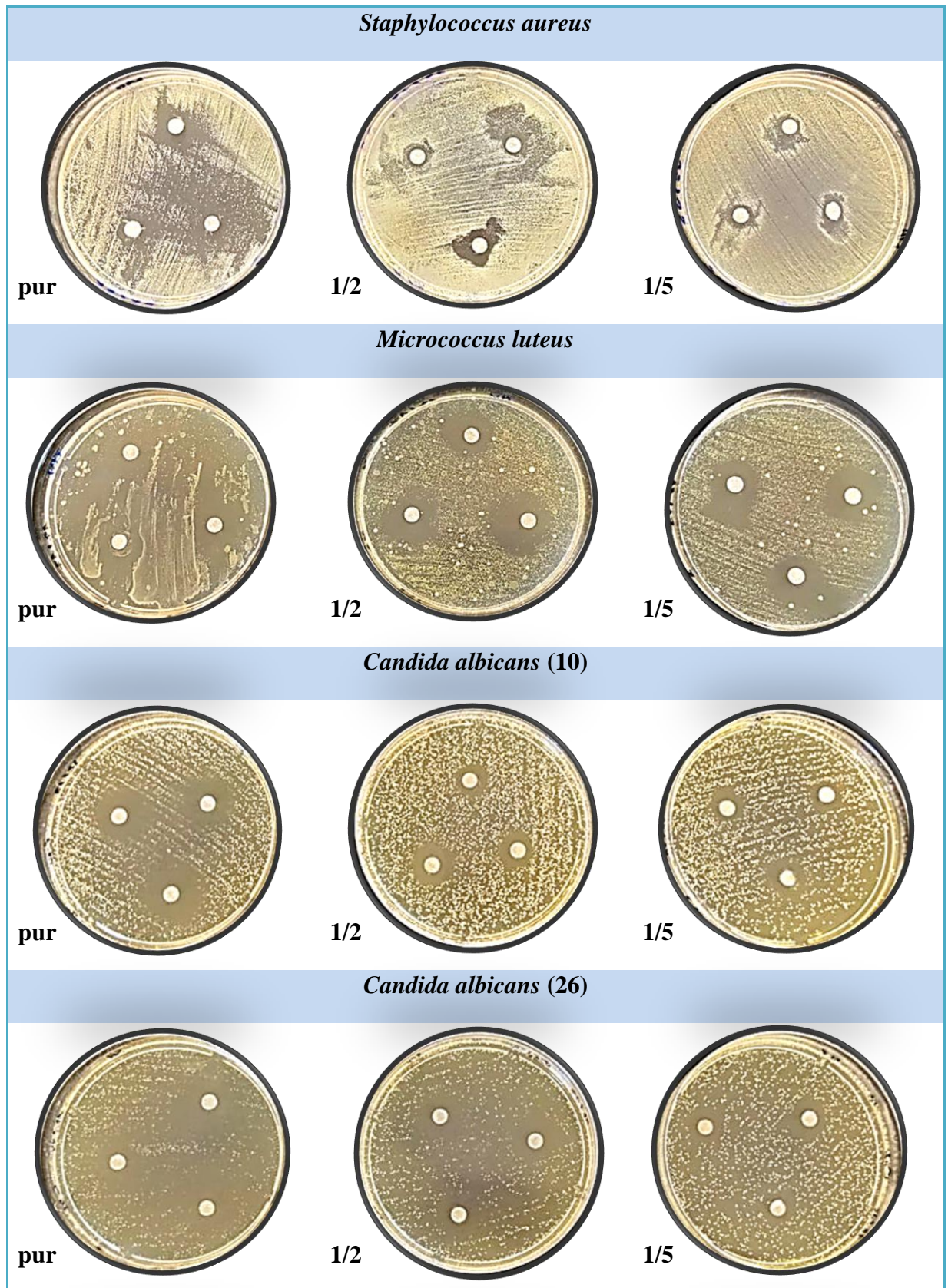
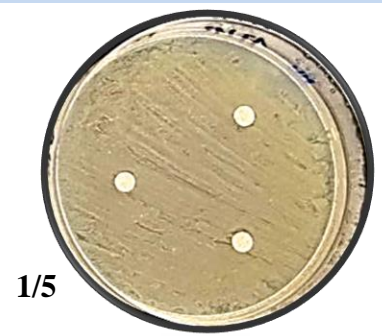
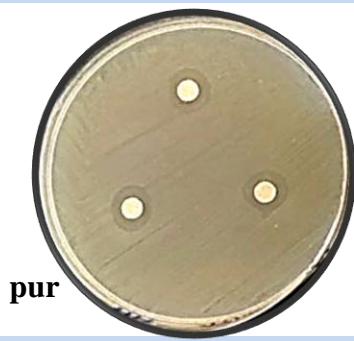


Figure 17 : L'effet antimicrobien d'huile essentielle d'*Artemisia campestris* L sur la croissance des souches testées

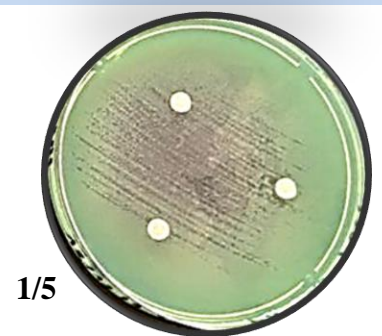
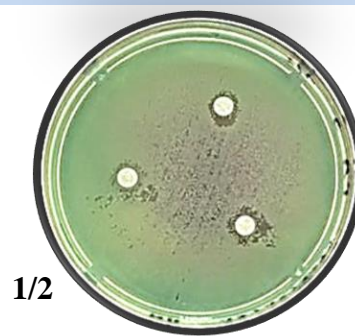
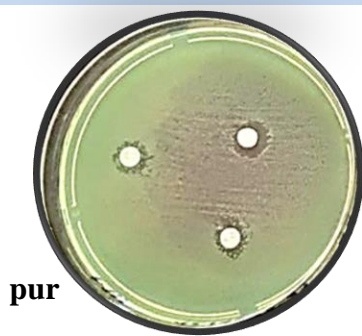
RESULTATS ET DISCUSSION

Artemisia herba alba Asso

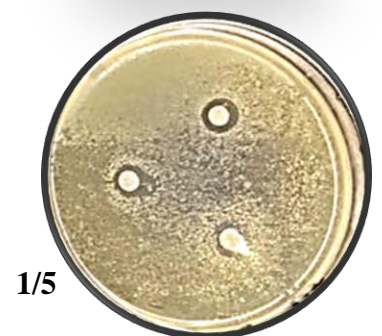
Escherichia coli



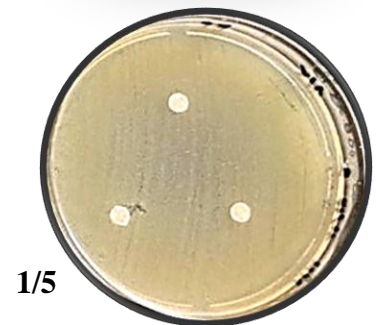
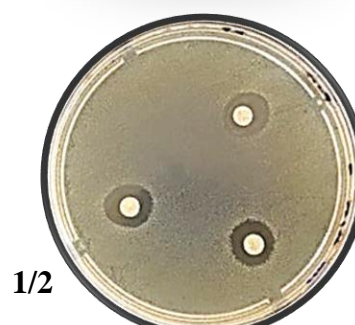
Pseudomonas aeruginosa



Yersinia enterocolitica



Klebsiella pneumoniae



RESULTATS ET DISCUSSION

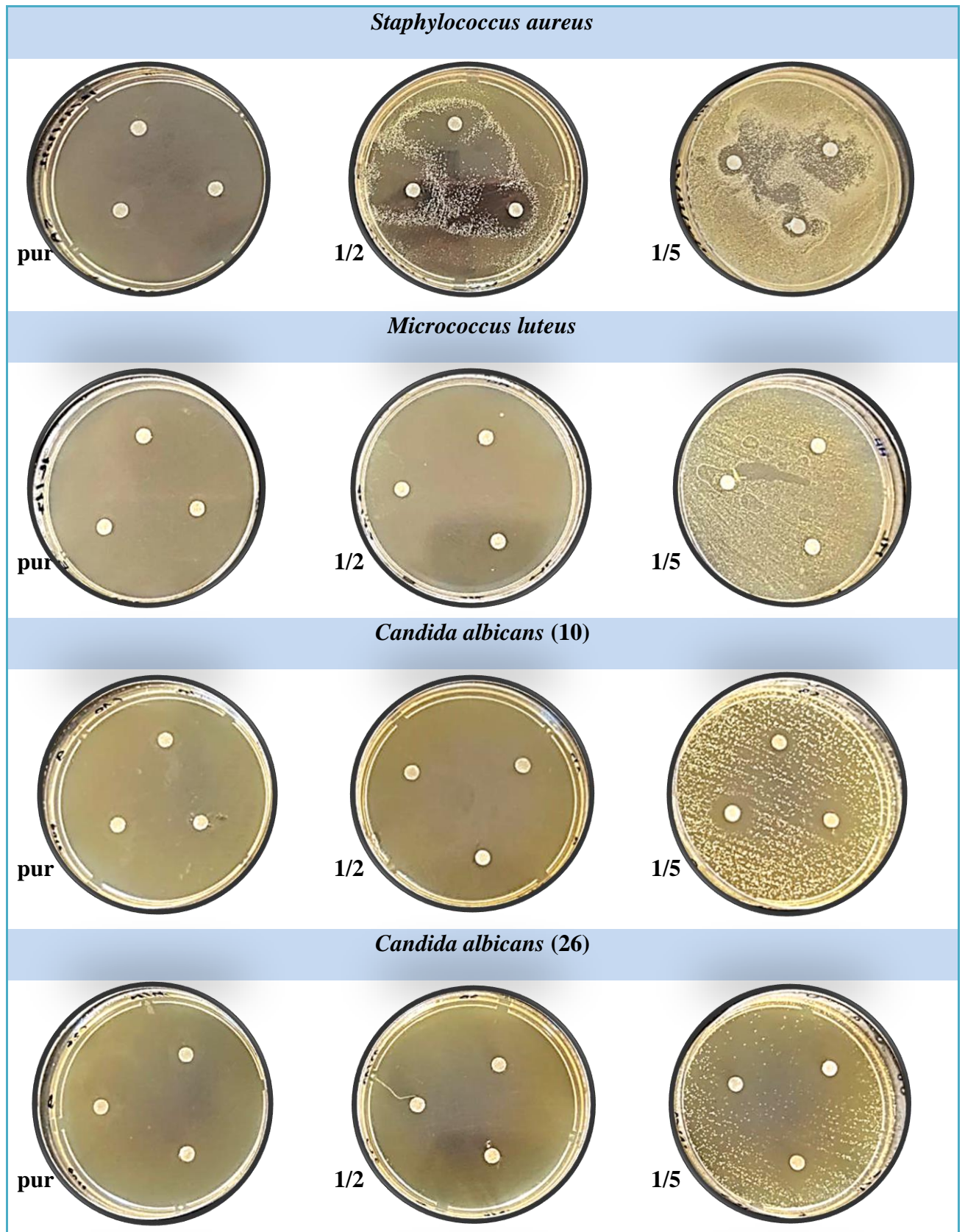


Figure 18: L'effet antimicrobien d'huile essentielle d'*Artimisia herba alba* Asso sur la croissance des souches testée

Ces résultats ont été confirmés dans le présent travail où une bonne activité a été témoignée contre les levures et quelques bactéries. L'espèce *Artemisia herba alba* Asso avait un effet très important contre les souches fongiques par rapport à l'espèce *Artemisia campestris* L.

En comparant les données obtenues nous déduisons que les deux espèces d'*Artemisia* ont un effet très faible sur les bactéries à Gram (-).

Des études antérieures ont démontré que la majorité des HE testées pour leur propriétés antibactériennes ont un effet plus prononcé contre les Gram (+). La résistance des Gram (-) est attribuée à leur membrane externe hydrophile qui peut bloquer la pénétration de composés hydrophobes dans la membrane cellulaire cible (**Mouchem, 2015**).

III.2.2.2. Résultats de la détermination de la CMI

La concentration minimale inhibitrice est définie comme la concentration la plus faible qui inhibe complètement les microorganismes testés après 24 heures d'incubation.

Après avoir testé l'activité antimicrobienne des huiles essentielles par la méthode de diffusion en milieu solide, nous avons essayé de déterminer les concentrations minimales inhibitrices (CMI), d'estimer les concentrations bactéricide (CMB) et fongicide (CMF) par la méthode de micro dilution en milieu liquide pour les six souches bactériennes et les deux souches fongiques (la levure).

Les résultats des d'huiles essentielles extraites de plantes sur les souches étudiées sont représentés dans le tableau 8 et les graphiques des figure 19 et 20.

Les extraits d'*A. herba alba* et *A. campestris* se sont révélés actives contre la majorité des souches bactériennes et fongique testées mais avec un effet distinct selon la sensibilité des souches.

Aliyiannis et al., (2001) Ont proposé une classification des extraits du matériel végétal sur la base des résultats de CMI :

RESULTATS ET DISCUSSION

- ◆ Forte inhibition ; CMI < 500 µg/ml
- ◆ Inhibition modérée : $600\mu\text{g/ml} \leq \text{CMI} \leq 1500 \mu\text{g/ml}$
- ◆ Faible Inhibition : $\text{CMI} > 1600 \mu\text{g/ml}$

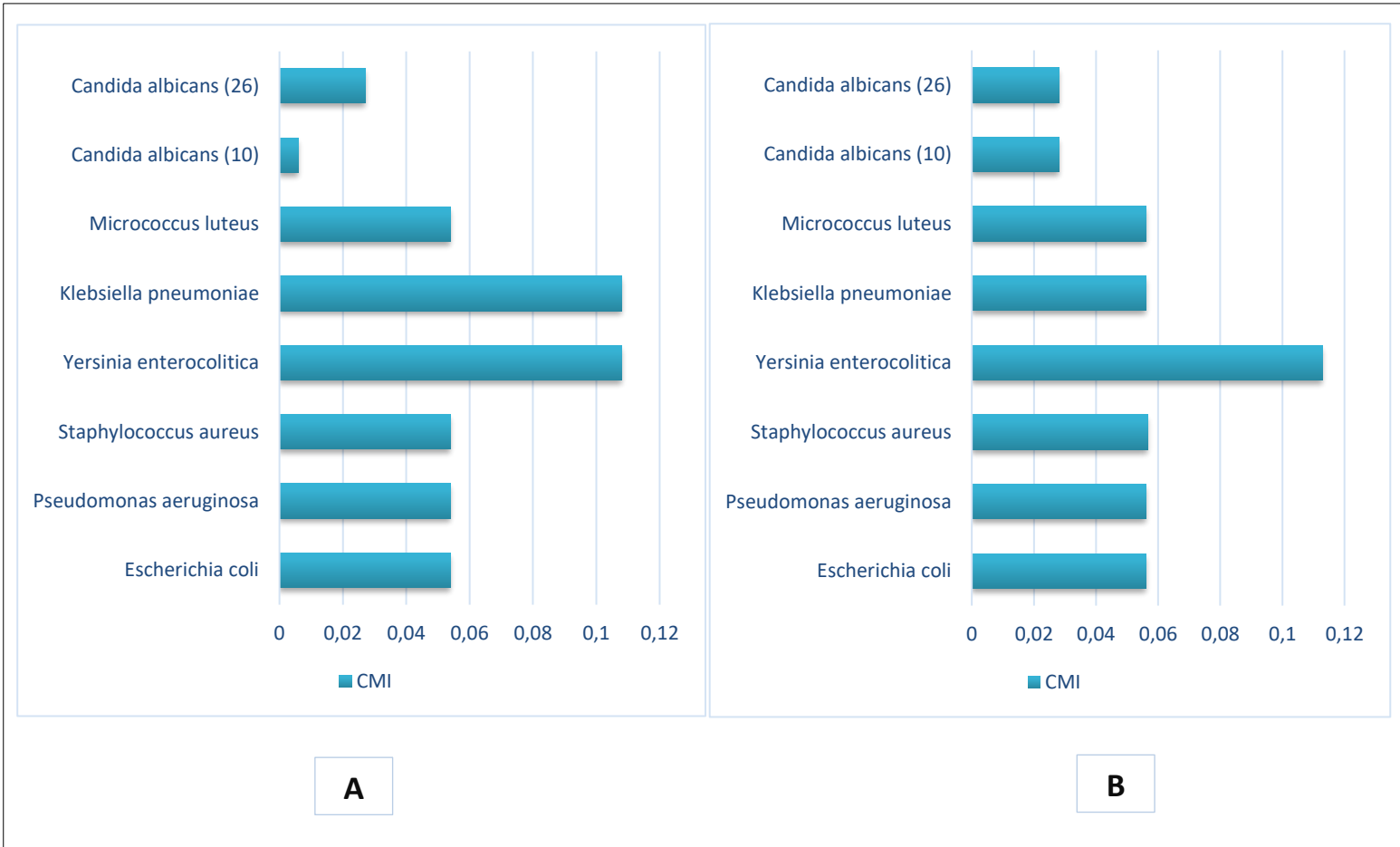


Figure 19 : Comparaison des valeurs de CMI : (A) *Artemisia campestris* L, (B) *Artemisia herba alba* Asso

RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 8 : Concentrations minimales inhibitrices, bactéricides et fongicides d'*Artemisia herba alba* Asso et *Artemisia campestris* L en (mg/ml),

	Souches	L'HE d' <i>Artemisia herba alba</i>			L'HE d' <i>Artemisia campestris</i>		
		CMB	CMI	CMF	CMB	CMI	CMF
Bactéries	<i>Escherichia coli</i>	0,113	0,056	-	0,108	0,054	-
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0,113	0,056	-	0,108	0,054	-
	<i>Staphylococcus aureus</i>	0,113	0,056	-	0,108	0,054	-
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	0,226	0,113	-	0,216	0,108	-
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0,113	0,056	-	0,216	0,108	-
	<i>Micrococcus luteus</i>	0,113	0,056	-	0,108	0,054	-
levures	<i>Candida albicans</i> (10)	-	0,028	0,056	-	0,0067	0,013
	<i>Candida albicans</i> (26)	-	0,028	0,056	-	0,027	0,054

RESULTATS ET DISCUSSION

D'après les résultats rapportés dans le tableau 8 et figure 20, nous remarquons que les valeurs de CMI varient d'une souche à une autre et d'un extrait à un autre. Nous avons observé dans ce test que les résultats concordent, d'une manière générale avec l'importance des diamètres d'inhibition obtenus avec la méthode de diffusion.

Les valeurs de CMI n'ont pas présenté de variations substantielles par rapport à la tendance d'inhibition montrée avec la méthode de diffusion sur gélose. En général, les valeurs de zone d'inhibition expliquent et correspondes aux valeurs de CMI.

Nous remarquons que la majorité des concentration minimales inhibitrices d'*Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris* étaient entre 0,113 et 0,006 mg/ml. L'inhibition importante a été constatée chez les deux extraits contre le *Candida* 10 suivi de celui de *Candida* 26 avec des activités antifongiques meilleurs pour l'*Artemisia campestris* par apport l'*Artemisia herba alba*.

Dans la plupart des travaux prouvées sur les activités antimicrobiennes des huiles essentielles, les bactéries à gram positif révèlent des sensibilités plus élevées que les bactéries à gram négatif (**Maamri, 2011**).

Ceci est prouvé par les travaux réalisés par **Bakchiche et al.,(2022)** sur l'*Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris* contre 10 souches microbiennes, qui ont montré que ces huiles essentielles possèdent des activités contre les bactéries à gram (+) à un niveau modéré par apport aux bactéries à gram (-) qui possèdent des activités faibles.

Concernant les bactéries à gram négatif et à gram positif de nos résultats, les deux échantillons des huiles essentielles testées ont montré des activités fortes entre (0,054 mg/ml à 0,113 mg/ml), à l'exception de *Yersinia enterocolitica* pour les deux extraits HE et le *Klebsiella pneumoniae* pour l'*Artemisia campestris* L qui ne révèlent presque aucune sensibilité.

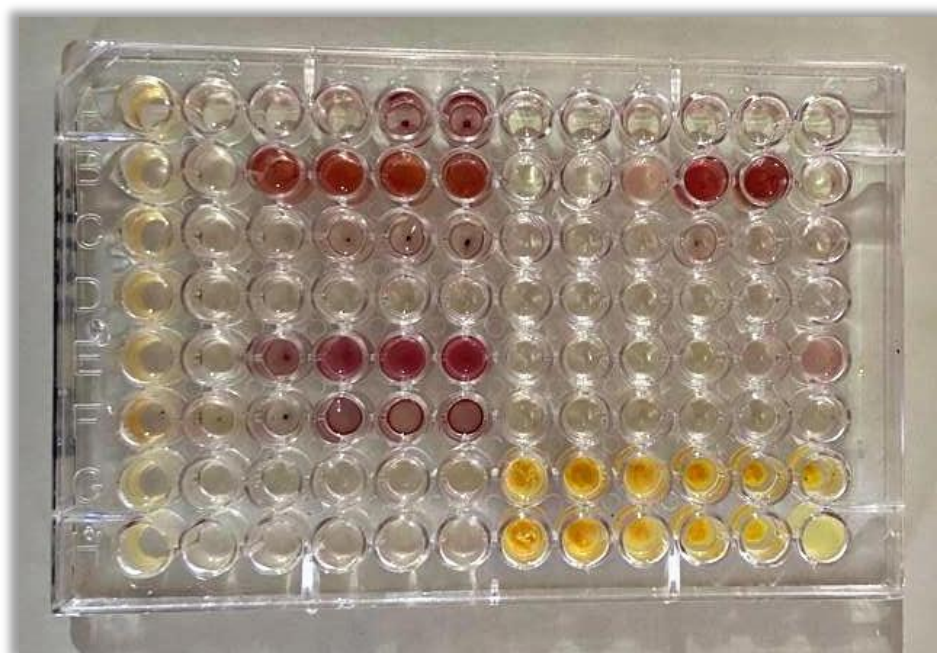
En comparant nos résultats avec ceux de **Al Jahid et al., (2017)** où ils ont déterminé les CMI d'huile essentielles d'*Artemisia campestris* L contre six souches dont *Escherichia coli* (28,7 mg/ml) *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* (57,5mg/ml) nous constatons que nos valeurs de CMI sont très milliers par apport ces résultats.

RESULTATS ET DISCUSSION

D'autre part les valeurs des CMI d'*Artemisia herba alba* trouvées par **Bertella et al., (2018)** contre les souches bactériennes à gram positif et négatif sont variée entre 5 et 20 mg/ml ce qui manifesté que les résultats de nos échantillons d'huiles essentielles sont élevés par rapport ces travaux.

En conclusion, les extraits d'*Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris* peuvent être classés comme un agent antifongique efficace pour lutter contre certaines maladies. La sensibilité de ces germes à nos extraits pourrait être une étape importante vers la découverte de solutions efficaces et naturelles pour résister contre ces levures pathogènes.

RESULTATS ET DISCUSSION



Artemisia herba alba



Artemisia campestris

Figure 20 : Détermination de la Concentration minimale inhibitrice Huiles essentielles vis-à-vis des souches pathogènes par la méthode de micro-dilution.

CONCLUSION

Conclusion

A la lumière de nos résultats, les plantes médicinales sont d'une grande importance, et source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques qui sont connues depuis l'antiquité, ces derniers continuent à faire l'objet de plusieurs recherches scientifiques à travers le monde.

Ce travail est une contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* Asso et *Artemisia campestris* L. sur quelques espèces microbiennes pathogènes responsables de certaines maladies humaines.

L'extraction par l'hydrodistillation de la partie aérienne de nos plantes a permis d'obtenir des rendements importants. L'*Artemisia herba alba* est plus ou moins riche en huile essentielle avec de rendement de (0,64%) alors que l'*Artemisia campestris* L a présenté un rendement de (0,28%).

Nous avons révélé également l'activité antimicrobienne de nos extraits vis-à-vis de six bactéries : *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *Y. enterocolitica*, *K. pneumoniae*, *M. luteus*. Et deux levures : *C. albicans* 10, *C. albicans* 26.

Les résultats de ces tests d'activité antimicrobienne ont montré un effet inhibiteur contre la plupart des germes et l'activité la plus satisfaisantes a été enregistrée sur les souches fongiques de *candida albicans*. En ce qui concerne les souches bactériennes les HE d'*Artemisia herba alba* Asso et *Artemisia campestris* L possèdent également un pouvoir antibactérien très important notamment pour les souches à Gram positif (*Staphylococcus aureus* et *Micrococcus luteus*).

Ce travail nous a ouvert des horizons de recherche ciblés dans le domaine des plantes utilisées en médecine traditionnelle, En perspective, il serait intéressant :

- ◆ De mener une étude plus approfondie sur des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris* L, afin d'isoler, de purifier et d'identifier les composés responsables de cette activité antimicrobienne .
- ◆ D'étudier le mode d'action des huiles essentielles pour maximiser leur exploitation et leur utilisation comme moyen de la lutte contre les maladies dangereuses et les semences pour remplacée les produits chimiques ;

Conclusion

- ◆ Etudier les activités des huiles essentielles en fonction de la variation des périodes et lieux de récolte des espèces végétales ;
- ◆ Elargir le nombre de microorganismes à tester ;
- ◆ Déterminer la cytotoxicité de ces huiles essentielles.

Enfin, des études d'autres activités biologiques peuvent également être évaluées *in vivo* et *in vitro* (activité antioxydante, anti-inflammatoire, anti-diabétique, anti-tumorale, etc.).

Références Bibliographiques

Bibliographie

A

- Adouane, S.** (2016). Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région méridionale des Aurès (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra). 5.
- Akrout, A.** (2004). Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie). (62, 289-292). Cahiers Options Méditerranéennes.
- Akrout, A., El Jani, H., Amouri, S., & Neffati, M.** (2009). Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia campestris* L., *Artemisia herba alba* Asso, & *Thymus capitatus* Hoff. et Link. growing wild in the Southern of Tunisia. *Recent Research in Science and Technology*, 2(1), 6.
- Al Jahid, A., Elamrani, A., Lahlou, F. A., Hmimid, F., Bourhim, N., Blaghen, M., & Eddine, J. J.** (2017). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil isolated from the seeds of Moroccan *Artemisia campestris* L. (20(2), 375-384). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*.
- Al Jahid, A., Essabaq, S., Elamrani, A., Blaghen, M., & Jamal Eddine, J.** (2016). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and the hydro-alcoholic extract of *Artemisia campestris* L. leaves from southeastern Morocco. *Journal of biologically active products from nature*, 6(5-6), 394.
- Aliyiannis, N., Kalpoutzakis, E., & Chinou, I. B.** (2001). Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* species. (49(9), 4168-4170). *Journal of agricultural and food chemistry*.
- Al-Snafi, A. E.** (2015). The pharmacological importance of *Artemisia campestris*-A review. *Asian Journal of Pharmaceutical Research*, 5(2), 88-92.

B

- Bakchiche, B., Goren, A. C., Aydogmus, Z., Mataracikara, E., & Ghareeb, M. A.** (2022). *Artemisia campestris* and *Artemisia herba alba*: LC-HRESI-MS Profile Alongside Their Antioxidant and Antimicrobial Evaluation. *ACTA Pharmaceutica Scientia*, 132.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M.** (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 447.
- Bekhechi, C., & Abdelouahab, D. E.** (2014). Les huiles essentielles. 2ème Réimpression, 17-21. office des publications universitaires.

- Benkherara, S., Bordjiba, O., & Djahra, B. A.** (2011). Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la *Sauge officinale: Salvia officinalis* L. sur quelques entérobactéries pathogènes. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 23, 74-75.
- Berger, R. G.** (2007). Flavours and fragrances: chemistry, bioprocessing and sustainability. 45-64. Springer Science & Business Media.
- Bertella, A.** (2019). Etude de l'activité antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba*, *Artemisia campestris* et *rosmarinus tournefortii*. thèse de Doctorat. Université Oran 1 - Ahmed Ben Bella (Université Es-Sénia).
- Bertella, A., Abouamama, S., Benlahcen, K., Pinto, D. C., KihalM, Kihal, M., & Silva, A. M.** (2018). *Artemisia herba-alba* Asso. essential oil antibacterial activity and acute toxicity. (116, 137-143), *ndustrial Crops and Products*.
- Bezza, L., Mannarino, A., Fattarsi, K., Mikail, C., Abou, L., Hadji-Minaglou, F., & Kaloustian, J.** (2010). Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie*, 8(5), 277.
- Bignoate, K., & Kossi, M.** (2023). Pharmacological mechanisms of medicinal plant. *Review Article* . Unité de Recherche Physiopathologie, Substances Bioactives et Innocuité-Faculté Des Sciences, Université de Lomé, Togo: *Journal of Dermatology & Cosmetology*.
- Boudjelal, A.** (2013). Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajuga iva*, *Artemisia herba alba* et *Marrubium vulgare*) de la région de M'Sila. *Doctoral dissertation*, 5. Université de Annaba-Badji Mokhtar, Algérie.
- Boudjouref, M.** (2011). Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L (Doctoral dissertation).
- Boukhatem, N. M., Ferhat, A., & Kameli, A.** (2019). Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles: revue de littérature. 1655-1656.
- Bounab, S.** (2020). Biodiversité végétale de la région du Hodna (M'sila): étude phytochimique et activité biologique de quelques espèces médicinales. (*Doctoral dissertation*).
- Bouyahya, A., Bakri, Y., Et-Touys, A., Talbaoui, A., Khouchlaa, A., Charfi, S., . . . Dakka, N.** (2018). Résistance aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bactéries. *Phytothérapie*, 16(S1), 2.

Références bibliographiques

Bouzidi, N. (2016). Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise blanche " *Artemisia herba alba* Asso" (Doctoral dissertation, Université Mustapha Stambouli de Mascara, Département de Biologie). 92.

C

Chabrier, Y. J. (2010). Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie [Thèse]. Nancy: Université Henri Poincaré faculté de pharmacie. 26.

Chanthaphon, S., Chanthachum, S., & Hongpattarakere, T. (2008). Antimicrobial activities of essential oils and crude extracts from tropical *Citrus* spp. against food-related microorganisms. *Songklanakarinn Journal of Science & Technology*, 30.

Couderc, V. (2001). Toxicité des huiles essentielles (Doctoral dissertation). 5-6.

Couic-Marinier, F., & Lobstein, A. (2013,). Composition chimique des huiles essentielles. *Actualités pharmaceutiques*, 52(525), 22-25.

D

De Billerbeck, V. G. (2007). Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques. *Phytothérapie*, 5(5), 250.

Dib, i., Angenot, L., Mihamou, A., Ziyat, A., & Tits, M. (2017). *Artemisia campestris* L.: Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological review. *Journal of Herbal Medicine*, 1-10.

Dib, I., Mihamou, A., Berrabah, M., Mekhfi, H., Aziz, M., Legssyer, A., . . . Ziyat, A. (2017). Identification of *Artemisia campestris* L. *subsp. glutinosa* (Besser) Batt. from Oriental Morocco based on its morphological traits and essential oil profile. (8(1), 180-87). *J Mater Environ Sci*.

Dib, I., & El Alaoui-Faris, F. E. (2019). *Artemisia campestris* L.: review on taxonomical aspects, cytogeography, biological activities and bioactive compounds. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 109, 1884-1906.

Dob, T., Dahmane, D., Berramdane, T., & Chelghoum, C. (2005). Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia campestris* L. from Algeria. *J. Pharm. Bio.* 43(6): 512–514.

du Toit, A., & van der Kooy, F. (2019). *Artemisia afra*, a controversial herbal remedy or a treasure trove of new drugs?. *Journal of ethnopharmacology*, 244, 112127.

E

EL-Houiti, F. (2009). Composition chimique, activités antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles de *Rhanterium adpressum*. 11-20.

Références bibliographiques

Eloff, J. N. (1998). A Sensitive and Quick Microplate Method to Determine the Minimal Inhibitory Concentration of Plant Extracts for Bacteria. *Planta Medica*, 64.

G

Gast, M. (1989). Armoise. *Encyclopédie berbère*, p. 905.

Ghanai, R., Houmani, Z., & Houmani, N. (2018). Chemical composition and antibacterial activity of *Artemisia campestris* ssp. *glutinosa* (J. Gay) Batt. and *A. judaïca* ssp. *sahariensis* (Chev.) species endemic to the Algerian Sahara. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(3), 782-784.

Ghanmi, M., Satrani, B., Aafi, A., Isamili, M. R., El Monfalouti, H., Benchakroun, K. H., . . . Charrouf, Z. (2010). Effet de la date de récolte sur le rendement, la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) de la région de Guercif (Maroc oriental). (8(5), 295-301). *Phytothérapie*.

Ghédira, K., & Goetz, P. (2016). *Artemisia absinthium* L.: absinthe (Asteraceae). *Phytothérapie*, 14, 125-129.

Gherib, M. (2009). Etude des activités antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielle et des flavonoides d'*Artemisia herba alba* Asso; *Artemisia judaïca*. L. ssp. *sahariensis*; *Artemisia campestris* L; *Herniaria mauritanica* Murb et *Warionia saharae* Benth. et Cou (Doctor. 68.

Gurib-Fakim, A. (2006). Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular aspects of Medicine*, 27(1), 14.

H

Hanif, M., Nisar, S., Khan, S. G., Mushtaq, Z., & Zubair, M. (2019). Essential oils. *Essential Oil Research: Trends in Biosynthesis, Analytics, Industrial Applications and Biotechnological Production*. 9.

Hany, A. (2020). *Essential oils : Oils of Nature*. BoD—Books on Demand.

Heleili, N., Merradi, M., Oucheriah, Y., Belkadi, S., Ayachi, A., & Adjroud, L. (2018). Antimicrobial activity of essential oil of *Artemisia herba alba* Asso from Eastern Algeria. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 12(5), 362.

Hendel, N., Djamel, S., Madani, S., Selloum, M., Boussakra, F., & Driche, O. (2021). Screening for in vitro antioxidant activity and antifungal effect of *Artemisia campestris* L. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 5(3), 252.

Références bibliographiques

Houamel, S. (2018). Les steppes d'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) dans l'Est Algérien : répartition actuelle, biodiversité, dynamique et conditions de durabilité. *these de doctorat en sciences*. universite mohamed khider, biskra.

Houti, H., Ghanmi, M., Satrani, B., Mansouri, F. E., Sadiki, M., & Boukir, A. (2023). Moroccan Endemic *Artemisia herba-alba* Essential Oil: GC-MS Analysis and Antibacterial and Antifungal Investigation. (10(1), 59). Separations.

I

Iazzouguen, A., Oukil, N. E., & Ouatah, N. (2012). Effet de l'association de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* (Bois et Reut) et de deux antibiotiques (ampicilline et céfazoline) sur *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*.

Isidore, S. A., Kouabenan, A., Kiyinlma, C., & Noël, Z. G. (2018). Étude Phytochimique et activité antifongique d'extraits de quelques Euphorbiaceae médicinales utilisées chez les Baoulé du District de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal*, ESJ, 14(30), 256.

Ivanescu, B., Lungu, C., Vlase, L., Gheldiu, A. M., Grigorescu, C., & Corciova, A. (2018). Bioactive compounds from *Artemisia campestris* L. subsp. *campestris*. *dementia*, 2(3).. *dementia*, 2(3).

J

Jean, B. (2009). *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales* (4e éd.). Paris; lavoisier.

K

Kadri, A., Chobba, L. B., Zarai, Z., Békir, A., Gharsallah, N., Damak, M., & Gdoura, R. (2011). Chemical constituents and antioxidant activity of the essential oil from aerial parts of *Artemisia herba-alba* grown in Tunisian semi-arid region. *African Journal of Biotechnology*, 10(15), 2923-2924.

Kalemba, D., & Kunicka, A. (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current medicinal chemistry*, 10(10), 813-829.

Kempf, M., Eveillard, M., Kowalczyk, F., Rossines, E., Panhelleux, G., & Joly-Guillou, M. L. (2011). Étude de la sensibilité de 224 bactéries isolées d'infections hospitalières vis-à-vis des composés JCA 250 et JCA 251 à base d'huiles essentielles issus de la recherche Aroma Technologies. *Pathologie Biologie*, 59(1), 39-43.

Khaldi, A. (2017). Etude des effets antifongiques et antimycotoxiques des extraits des plantes médicinales de la région de Béchar.. *thèse de doctorat*.

L

Références bibliographiques

- Lairini, S., Farah, A., Taghzouti, K., & Lalami, A.** (2018). Antioxidant and Antibacterial Activities of *Artemisia herba-alba* Asso Essential Oil from Middle Atlas, Morocco. *Phytotherapie*, 16(S1), S48-S54..
- Lakehal, S., Chaouia, C., & Benrebia, Z. F.** (2017). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Artemisia herba-alba* asso from Djelfa. *Rev. Agrobiol*, 7,, 492-495.
- Lardry, J. M., & Haberkorn, V.** (2007). L'aromathérapie et les huiles essentielles. *Kinésithérapie, la revue*, 7(61), 14-17..
- li, y., Fabiano-Tixier, A. S., & Chemat, F.** (2014). *Essential oils as reagents in Green Chemistry*.
- Lucchesi, M. E.** (2005). Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles (Doctoral dissertation, Université de la Réunion). 17-58.
- M**
- Maamri, M.** (2011). Compoition chimique,activités antioxydaante et antimicrobienne des huiles essentilles de *Deverra scoparia*. *présenté pour l'obtention du diplome de magister en biologie*. université Ammar telidji, laghouat.
- Mahfouf, N.** (2018). Étude de l'espèce *Origanum vulgare* L (Doctoral dissertation, Université Chadli Benjedid-El Tarf (Algérie). 62.
- Mangin, L.** (2016). Antibiotiques et résistances: enquête sur les connaissances et les comportements du grand public. thèse de Doctorat. Université De Lorraine.,faculté de pharmacie.
- Messai, L., & Belkacemi, D.** (2011). étude phytochimique d'une plante medicinale. 48-49. universite mentouri constantine.
- Mnayer, D.** (2014). Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens. (*Doctoral dissertation, Université d'Avignon*).
- Mohamed, A. E., El-Sayed, M., Hegazy, E. M., Helaly, E. S., Esmail, M. A., & Mohamed, S. N.** (2010). Chemical constituents and biological activities of *Artemisia herba-alba*. *Records of Natural Products*, 4(1), 2.
- Moreira, , M. R., Ponce, A. G., Del Valle, C. E., & Roura, S. I.** (2005). Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *LWT-Food Science and Technology*, 38(5), 566.

Références bibliographiques

Mouchem, F. Z. (2015). Contribution à l'étude des huiles essentielles de l'armoise blanche de trois localités de l'ouest algérien (Ras Elma, El Aricha et Mécheria) et leurs effets antimicrobiens (Doctoral dissertation).

Mourad, B., Mihoub, Z. M., & Sétif, U. F. (2011). Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. *Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister*. Université Ferhat Abbas-Setif.

N

Neffati, A., Skandrani, I., Ben Sghaier, M., Bouhlel, I., Kilani, S., Ghedira, K., . . . Chekir, L. G. (2008). Chemical composition, mutagenic and antimutagenic activities of essential oils from (Tunisian) *Artemisia campestris* and *Artemisia herba-alba*. *Journal of Essential Oil Research*, 20(5), 471.

Ngwanguong, T. E., Teke, G. N., Tamekou, S. L., Njuabe, M. T., & Kuate, J. R. (2023). *In-vitro* anti-salmonella activity of methanol and aqueous extracts and their associations of *Psidium guajava* and *Carica papaya* leaves. *Investigational Medicinal Chemistry and Pharmacology* 6(1):71.

O

Obame, E. L. (2009). Etude phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de quelques plantes aromatiques et médicinales africaines. *Thèse de doctorat*. Université de ouagadougou.

P

Pieracci, Y., Vento, M., Lombardi, T., Pistelli, L., & Pistelli, L. (2022). Pistel Halophyte *Artemisia caerulescens* L.: Metabolites from *In vitro* Shoots and Wild Plants. *Plants*, 11(8), 1081..

Pierron, C. (2014). Les huiles essentielles et leurs expérimentations dans les services hospitaliers de France: exemples d'applications en gériatrie-gérontologie et soins palliatifs . *thèse de Doctorat*. Université de Lorraine.

Piochon, M. (2008). Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse. Université du Québec à Chicoutimi.

Poirot, T. (2016). Bon usage des huiles essentielles, effets indésirables et toxicologie. universite de lorraine, Faculté de pharmacie, 97.

Q

Références bibliographiques

Qnais, E. Y., Alatshan, A. Z., & Bseiso, Y. G. (2016). Chemical composition, antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Artemisia herba-alba* essential oil. (14, 20-7). J Food Agric Environ.

Quezel, P., & Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques.

S

Salido, S., Valenzuela, L. R., Altarejos, J., Nogueras, M., Sánchez, A., & Cano, E. (2004). Composition and infraspecific variability of *Artemisia herba-alba* from southern Spain. Biochemical systematics and ecology. (32(3), 265-277).

Saoudi, M., Allagui, M. S., Abdelmouleh, A., Jamoussi, K., & El Feki, A. (2010). Protective effects of aqueous extract of *Artemisia campestris* against puffer fish lagocephalus extract-induced oxidative damage in rats. *Exp. Exp.Tox.Pathol.* 62:601–605.

Soualeh, N., & Soulimani, R. (2016). Huiles essentielles et composés organiques volatils, rôles et intérêts. *Phytothérapie*, 14(1), 48.

Soulet, M. (2017). Les pathologies buccales: conseils et alternatives en aromathérapie: enquête au sein des officines du Poitou Charentes (Doctoral dissertation). 19.

Sutour, S. (2010). Etude de la composition chimique d'huiles essentielles et d'extraits de menthe de Corse et de Kumquats (Doctoral dissertation, Université de Corse). 14.

T

Touil, S., & Benrebiha, F. Z. (2012). composition chimique et activite antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* asso et *Artemisia campestris* L de la region aride de djelfa. *Mémoire de Magister*. Univ. Saad Dahlab, Blida.

V

Vasinauskiene, M., Radusiene, J., Zitikaite, I., & Surviliene, E. (2006). Antibacterial activities of essential oils from aromatic and medicinal plants against growth of phytopathogenic bacteria. *Agronomy research*, 4, 437-440..

Y

Yrjönen, T. (2004). Extraction and planar chromatographic separation techniques in the analysis of natural products. 19.

Références bibliographiques

ANNEXES

Annexe 01

Matériels utilisés






a) Matériel chimique

Tous les produits chimiques utilisés sont mentionnés ci-dessous

				
Sabouraud (solide)	Sabouraud (liquide)	Gélose Muller-Hinton (solide)	Gélose Muller-Hinton (liquide)	Diméthyle sulfo-oxyde
				
Eau distillée	Eau physiologique	HE d' <i>Artemisia herba halba</i>	HE d' <i>Artemisia campestris</i>	Iodonitrotétrazolium.

b) Matériel de laboratoire

Le matériel utilisé est mentionné ci-dessous

				
Boites pétries	Bec Bunsen	Erlenmeyer (2000ml)	Entonnoir	Flacon en verre

ANNEXES

				
Micropipette 100 µl réglable	Pissette	Marqueur permanent	Gants	Tubes Sec
				
Pipettes Pasteur en verre	Anse de platine	Pied de coulisse	Les disc	Microplaque.
				
Agitateur magnétique chauffant	Vortex	Balance analytique	Clevenger	Spectrophotomètre
				
Appareil de stérilisation		Étuve		

Annexe 02

Préparation des milieux de culture (Muller Hinton/Sabouraud) solide et liquide.

Muller Hinton		Sabouraud	
Muller Hinton gélose	Muller Hinton bouillon	Sabouraud gélose	Sabouraud bouillon
65g de la poudre du milieu de culture a été dissout dans 1L d'eau distillé. Chauffer et agiter jusqu'à dissolution complète. Le milieu ainsi préparé est stérilisé à l'autoclave pendant 20min à 120°C .	65g de la poudre du milieu de culture a été dissout dans 1L d'eau distillé. Chauffer e agiter jusqu'à dissolution complète. Le milieu ainsi préparé est stérilisé à l'autoclave pendant 20min à 120°C.	38g de la poudre du milieu de culture a été dissout dans 1L d'eau distillé. Chauffer et agiter jusqu'à dissolution complète. Le milieu ainsi préparé est stérilisé à l'autoclave pendant 20min à 120°C .	65g de la poudre du milieu de culture a été dissout dans 1L d'eau distillé. Chauffer et agiter jusqu'à dissolution complète. Le milieu ainsi préparé est stérilisé à l'autoclave pendant 20min à 120°C.