

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 اوت 1955- سكيكدة  
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Science biologique  
Spécialité : Biochimie appliquée  
Intitulé :

**Extraction et activités antibactérienne et antifongique de  
l'huile essentielle de la plante médicinale  
( *cinnamomum camphora* )**

**Présenté Par :**

- ❖ Grid Oumaima
- ❖ Sadoun Chaima
- ❖ Mesbah Esma
- ❖ Grimed Ikram

**Membre de Jury:**

Mr. Laib Massoud	MCA	Président	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
Mr. Bouzebda Abdarzzak	MCB	Promoteur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
Mr. Basli Abdel kader	MCA	Examineur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

**Année universitaire : 2022/2023**

## *Remerciements*

*En premier lieu , nous tenons à remercier Allah, notre créateur*

*Pour nous avoir donné*

*La force à compléter ce travail .*

*Un grand merci à monsieur l'encadreur : **BOUZEBDA ABD RAZZAK***

*Qui a bien voulu*

*Nous orientés et pour ses conseils dans la réalisation de ce travail .*

*Qu'il trouve ici*

*L'expression de nos vives gratitudee et de nos respects .*

*Nous remercions aussi les membres de jury :Président :**LAI B MASSOUD** .*

*Examineur **BASLI ABD ELKADER** . Pour avoir accepté de juger  
notre*

*Travail,*

*Nous tenons à remercier tout le personnel du département de*

*Science de la nature et de la vie de*

*L'université 20 Aout 1955 - SKIKDA.*

*En fin à toutes personnes ayant participé de loin ou de près à*

*L'élaboration de ce travail.*

## *Dédicaces*

*Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie que je dédie ce travail :*

*A mes chers parents « Mourad et Hassina », pour leurs sacrifices, leurs encouragements , leurs précieux conseils et leurs prières durant toute ma vie.*

*Que dieu vous procure bonne santé et longue vie.*

*A mes chers sœurs « Asma et Habiba » qui m'a toujours soutenue, je vous souhaite tout le bonheur du monde ;*

*A mes chers tantes maternelle « Meriem et Fatima zohra » pour leurs encouragements qui m'ont été d'un grand soutien.*

*A ma belle cousine « khouloud » , aux tous les cousins et les cousines sont des frères et sœurs de cœur*

*A Mes chers grands parents « Abdallah et Aicha » et A toute la famille*

*A mes amies et collègues Boutheina , Oumaïma et Bouchra ainsi qu'à ses famille.*

*A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de four a la réalisation de ce travail .*

*Chaïma*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail spécialement A ma famille*

*elle qui m'a doté d'une éducation digne*

*son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui*

*particulièrement à mon père **Ahcen**, pour le goût à l'effort qu'il a suscité en*

*moi,*

*de par sa rigueur.*

*A tu ma mère **Salîha**, ceci est ma profonde gratitude pour ton éternel*

*amour,*

*que rapport soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir.*

*A vous mes frères **Mohamed, Hichem, Youcef, Salah, Ahmed** et **Hani***

*A vous mes soeurs **Dalîla** et **Amel***

*qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.*

*Un remerciement spécial à mon , amies .*

*Asma*

## *Dédicaces*

*Je remercie Dieu d'abord et toujours*

*Je dédie ce mémoire ...*

*A mes parents Mouloud et fatiha,*

*les personnes les plus chères à moi sur terre,*

*qui ont tout sacrifié pour mon bonheur et mon bien-être.*

*A ma grand-mère : Mariem . Ma sœur : Khaoula.*

*A mes chers frères Yasser , Nedjme Eddine A mes amies Asma*

*, Marwa, Salma, Yasmine, Soumia, Souhaïla et Manal.*

*A tous ceux que j'aime.*

*Ikram*

## *Dédicaces*

*A 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*

*que dieu te garde, à toi mon père. A la lumière de mes jours, la source de mes efforts la flamme mari*

*pour la patience et le soutien dont il a fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je*

*voudrais exprimer de mon cœur, ma vie et mon bonheur . maman et que j'adore.*

*À mon cher mes affections et mes gratitudees. A Ma chère sœur « **malak** » et mon chère frère « **yazan razim** » pour leur dévouement*

*leur compréhension et leur grande tendresse, qui en plus de m'avoir encouragé tout le long de mes études,*

*m'ont consacré beaucoup de temps et disponibilité, et qui par leur soutien, leurs conseils et leur amour, m'ont permis d'arriver jusqu'à ici car ils ont toujours cru en moi*

*Merci d'avoir toujours soutenu.*

*merci pour tout les bons moments passé ensemble,et n'est pas fini.*

*A ma famille et toutes les personnes que j'aime A tout mes amies surtout*

*« Hanine , chaïma , bouthéina, et bouchra » .*

*qui m'ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire,*

*en leur espérant bonne continuation dans leurs travaux .*

*Des fois, les mots ne suffisent pas pour exprimer tout le bien qu'on ressent !*

*Juste MERCI à vous*

*Oumaïma*

**Resumé :**

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation des plantes médicinales algériennes réputées pour leurs vertus thérapeutiques, nous sommes intéressés à l'étude de la plante *Cinnamomum camphora* . Connue par sa richesse en matière active utilisée par la population locale dans différents thérapies. Le présent travail est consacré d'une part , à L'extraction des huiles essentielles, l'influence du séchage sur le rendement d'extraction et l'identification de la composition chimique dont l'objectif visé est d'étudier les activités biologiques dont l'activité antimicrobienne des huiles essentielles extraites, et de l'autre part de mettre en évidence ces activités (*Cinnamomum camphora* ) . Nous avons procédé l'extraction de huile essentielle de la partie aérienne de la plante par la technique d'hydrodistillation. Le rendement d'extraction obtenu est de 1,48 %, et ses propriétés physiques et chimiques, y compris ses propriétés sensorielles, sont étudiées. Cette huile essentielle a l'apparence d'une odeur aromatique liquide. Par ailleurs, les propriétés physiques, on trouve le pH égale 6,52. C'est - à - dire nos HE est acide. L'huile essentielle des feuilles de *Cinnamomum camphora* examinée s'est montré active contre les deux microorganismes testés, à savoir : *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*. Cette étude a montre que l'huile essentielle testée possède d'une activité antibactérienne intéressante, par contre ne possèdent aucune activité antifongique.

**Mots clés :** *Cinnamomum camphora* , hydrodistillation , huile essentielle ,activité antibactérienne , activité antifongique.

## ملخص:

هذا العمل هو جزء من تطوير النباتات الطبية الجزائرية المعروفة بفضائلها العلاجية ، فنحن مهتمون بدراسة نبات (*Cinnamomum camphora*). معروف بغناه بالمواد الفعالة التي يستخدمها السكان المحليون في العلاجات المختلفة. يخصص هذا العمل من جهة لاستخراج الزيوت العطرية وتأثير التجفيف على مردود الاستخلاص وتحديد التركيب الكيميائي الذي يهدف إلى دراسة الأنشطة البيولوجية التي يكون نشاط الزيوت العطرية فيها كمضاد للميكروبات للزيوت المستخرجة، ومن ناحية أخرى لإبراز هذه الأنشطة (*Cinnamomum camphora*). لقد استخرجنا الزيت العطري من الجزء الجوي من النبات باستخدام تقنية التقطير المائي. بلغ مردود الاستخلاص 1.48% ودُرست خواصه الفيزيائية والكيميائية بما في ذلك خواصه الحسية. هذا الزيت العطري له مظهر ذو رائحة عطرية سائلة. علاوة على ذلك، الخصائص الفيزيائية، نجد أن الرقم الهيدروجيني يساوي 6.52. وهذا يعني أن الزيت الأساسي لدينا حامضي. وجد أن الزيت العطري من أوراق الكافور القرفة التي تم فحصها فعال ضد الكائنات الحية الدقيقة التي تم اختبارها وهما: المكورات العنقودية الذهبية و الكلبسيلا الرئوية. أظهرت هذه الدراسة أن الزيت العطري الذي تم اختباره له نشاط مضاد للبكتيريا مثير للاهتمام ، من ناحية أخرى ليس له أي نشاط مضاد للفطريات.

**الكلمات المفتاحية :** الكافور القرفة ، التقطير المائي، الزيت الاساسي ، نشاط مضاد للبكتيريا ، نشاط مضاد للفطريات.

**Abstract:**

This work is part of the development of Algerian medicinal plants known for their therapeutic virtues; we are interested in the study of the *Cinnamomum camphora*. Known for its richness in active material used by the local population in different therapies. This work is devoted on the one hand, to the extraction of essential oils, the influence of drying on the extraction yield and the identification of the chemical composition, the objective of which is to study the biological activities whose the antimicrobial activity of the essential oils extracted, and on the other hand to highlight these activities (*Cinnamomum camphora*). We have extracted the essential oil from the aerial part of the plant using the hydrodistillation technique. The extraction yield obtained is 1.48%, and its physical and chemical properties, including its sensory properties, are studied. This essential oil has the appearance of a liquid aromatic smell. Moreover, the physical properties, we find the pH equal 6,52. That is to say, our essential oil is acidic. The essential oil from *Cinnamomum camphora* leaves examined showed against the two microorganisms tested namely :*Staphylococcus aureus*. *Klebsiella pneumoniae*. this study showed that the essential oil tested has an interesting antibacterial activity, on the other hand does not have any antifungal activity.

**Key words :** *Cinnamomum camphora* , hydrodistillation, essential oil, antibacterial activity, antifungal activity.

# Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction ..... 1

## Synthèse bibliographique

### Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales et les huiles essentielles

1. Les plantes médicinales.....	3
1.1. Définition.....	3
1.1.1. Phytothérapie.....	3
1.1.2. Récolte et Conservation des plantes.....	3
2. Huiles essentielles.....	4
2.1. Généralités sur le métabolisme secondaire.....	4
2.2. Définition des huiles essentielles.....	5
2.3. Localisation des huiles essentielles.....	5
2.4. Biosynthèse des huiles essentielles.....	6
2.5. Caractérisation des huiles essentielles.....	6
2.6. Propriété des huiles essentielles.....	6
2.7. Toxicité Des huiles essentielles.....	7
2.8. Méthodes des Extraction des HE.....	7
2.9. Domaine d'utilisation.....	9

### Chapitre II :Présentation De la Plante étudiée

1. Généralité sur la famille Lauraceae.....	11
2. Cinnamomum camphora.....	12
2.1. Définition de Cinnamomum camphora.....	12
2.2. Classification de Cinnamomum camphora.....	12
2.3. Noms vernaculaires de C .camphora.....	13
2.4. Description botanique de la C. camphora.....	13
2.5. Plantation.....	14
2.6. Répartition géographique.....	15
2.7. Maladies et ravageurs.....	16
2.8. L'huile essentielle de cinnamomum camphora.....	16
2.9. Composition chimique.....	16
2.10. Intérêt d'utilisation médicale de l'espèce Cinnamomum camphora.....	17

### Chapitre III: Matériels et Méthodes

1.1. Extraction d'huile essentielle .....	19
1.1.1. Matériel végétale.....	19
1.1.2. Matériel du laboratoire.....	20
1.1.3. Protocole D'extraction D'HE.....	20
1.1.4. Rendement .....	22
1.2. Activité antimicrobienne .....	22
1.2.1. Les Souches bactériennes et Souche Fongique.....	23
1.2.2. Le milieu de cultures utilisée .....	24
1.2.3. Solution et Solvant.....	24
1.2.4. Méthode d'évaluations de l'activité antibactérienne .....	24
1.2.5. Activité antifongique .....	27

### Chapitre IV Résultats et discussion

1. 1. Rendement des extractions.....	31
1.2. pH.....	31
1.3. Activité antibactérienne.....	31
1.4. Activité antifongique.....	34
<b>Conclusion.....</b>	<b>36</b>
<b>Référence Bibliographique .....</b>	<b>37</b>

## Liste des abréviations

**%** : Pourcentage

**°C** : Degré Celsius

**AMM** : autorisation de mise sur le marché

**APG** : Angiosperm Phylogeny Website

***C.albicans*** :candida albicans

**C**: Concentration

**CT** : Chémotype

**DMSO** : Diméthyl sulfoxyde

**g** : gramme

**h** : heure

**HE** : Huile Essentielle

**HEs** : huiles essentielles

**IPP** : isopentényl diphosphate

***K.pneumoniae*** : *klebsella pneumoniae*

**L** : Litre

**mg/ml** : milligramme/Millilitre

**MH** : Mueller Hinton

**Min** : minute

**mm** : Millimètre

**MPUP** : matières premières à usage pharmaceutique

**Mv** : matiere végétale

**NB** : nota bene « note » et « bien »

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**P** : Poids

**Ph** : Potentiel Hydrogène

**R%** : Rendement En Pourcentage %

**RHE** : Rendement de L'huile Essentielle

***S.aureus*** : *Staphylococcus aureus*

**T°**: température

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Appareillage utilisé pour l'hydro distillation de l'huile .....	08
<b>Figure 2 :</b> Schéma de principe d'extraction par distillation .....	08
<b>Figure 3 :</b> Technique d'extraction par micro-onde .....	09
<b>Figure 4 :</b> Distribution des <i>Lauraceae</i> dans le monde .....	11
<b>Figure 5 :</b> <i>Cinnamomum camphora</i> .....	12
<b>Figure 6 :</b> Les feuilles.....	14
<b>Figure 7 :</b> Les fleurs .....	14
<b>Figure 8 :</b> Les fruits .....	14
<b>Figure 9 :</b> Répartition mondiale du camphrier .....	15
<b>Figure 10 :</b> les symptômes de maladies .....	16
<b>Figure 11 :</b> La carte géographique de l'université de Skikda .....	19
<b>Figure 12 :</b> Service commun de recherche, pôle de vulgarisation botanique .....	19
<b>Figure 13 :</b> Montage d'hydro distillation .....	20
<b>Figure 14 :</b> Les étapes de préparations de l'HE .....	21
<b>Figure 15 :</b> Les étapes d'extraction d'HE .....	21
<b>Figure 16 :</b> Détermination le poids d'HE .....	22
<b>Figure 17 :</b> L'appareil de Ph .....	22
<b>Figure 18 :</b> Milieu De Culture .....	24
<b>Figure 19 :</b> Autoclave .....	25
<b>Figure 20 :</b> Technique décongélation de MH .....	25
<b>Figure 21 :</b> Les écouvillon après 48 h .....	26
<b>Figure 22 :</b> Préparations des disques .....	26
<b>Figure 23 :</b> Représente la experimentation au laboratoire .....	27
<b>Figure 24 :</b> les étapes de l'activité antifongique .....	28
<b>Figure 25 :</b> Détermination ph .....	31
<b>Figure 26:</b> L'effet d'inhibiteur de l'HE de <i>Cinnamomum camphora</i> sur la croissance des bactéries .....	32
<b>Figure 27 :</b> Représentation graphique des diamètres des zones d'inhibition .....	33
<b>Figure 28 :</b> <i>Candida albicans</i> Après 72h d'incubation .....	34

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Classification de Cronquist (1981) .....	11
<b>Tableau 2:</b> Classification APG III .....	11
<b>Tableau 3:</b> Les bactéries utilisées .....	23
<b>Tableau 4:</b> La souche fongique .....	24
<b>Tableau 5:</b> Rendement de l'huile essentielle .....	31
<b>Tableau 6:</b> Les résultats de mesure des diamètres d'inhibitions en mm .....	32
<b>Tableau 7:</b> Transcriptions des diamètres d'inhibition des dilutions d'huile essentielle de plante <i>Cinnamomum camphora</i> .....	33

# **INTRODUCTION**

## **Introduction**

Les plantes médicinales furent utilisées par l'homme, Depuis des milliers d'années, ces plantes ont été utilisées, afin de traiter et de soigner toutes sortes de maladies. Les plantes médicinales représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'avoir un très large éventail d'activités biologiques (**Bruneton, 1999**).

L'utilisation des plantes en phytothérapie est très ancienne et connaît actuellement une région d'intérêt auprès du public, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), environ 65-80% de la population mondiale à recours au médecine traditionnelle pour satisfaire ses besoins en soins de santé primaire, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne (**Jiofack et al., 2009**).

Les huiles essentielles sont des produits naturels de plantes médicinale obtenues par hydro distillation ou distillation à la vapeur à partir de plantes entières ou de certaines parties telles que des fleurs, des fruits, des feuilles, des racines, des écorces et des graines. Ces essences considérées comme source potentielle thérapeutique grâce à leurs activités à large spectre, y compris les activités antifongiques, antibactériennes, il est nécessaire de choisir la bonne méthode et d'optimiser les paramètres d'extraction afin d'obtenir un rendement élevé et d'huile de bonne qualité. Différentes méthodes peuvent être utilisées pour l'extraction d'huile essentielle à savoir : L'hydrodistillation, l'extraction par solvant, etc., dont, la qualité et la quantité du rendement en huile dépendent des conditions et de la technique d'extraction utilisée. Les méthodes d'hydrodistillation sont les plus utilisées en raison de leur simplicité pratique avec un rapport qualité d'huile.

Dans le présent travail, notre choix s'est porté sur le camphrier (*Cinnamomum camphora*), qui est L'une des plantes les plus répandues, nous sommes intéressés à étudier l'effet de l'huile essentielle de cette plante sur les bactéries gram négatives et gram positives et un champignon.

Le but de notre travail est d'augmenter l'intérêt pour les plantes ayant un effet antibactérienne et antifongique en utilisant l'extrait d'huile essentielle d'une plante médicinale aromatique « *Cinnamomum camphora* » a l'égard des bactéries du « *Staphylocoque aureus*; *Klebsiella pneumoniae* et champignon du «*Candida albicans* ».

Dans le cadre de cette étude, ce mémoire est composé :

Une partie bibliographique qui comprend le premier chapitre sur les plantes médicinales et les huiles essentielles et chapitre sur plante étudiée *Cinnamomum camphora*, et une partie pratique comporte le deuxième chapitre consacré à la présentation du matériel utilisé et des méthodes suivies, le troisième chapitre comprend les résultats obtenus. Ce travail se terminera par la présentation d'une conclusion générale.

**SYNTHÈSE  
BIBLIOGRAPHIQUE**

---

**Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales et les huiles essentielles****1. Les plantes médicinales****1.1. Définition**

Les plantes médicinales sont des drogues végétales au sens de la Pharmacopée européenne (1433) dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Cela signifie qu'au moins une de ses parties (feuille, tige, racine etc.) peut être employée dans le but de se soigner. Elles sont utilisées depuis au moins 7.000 ans avant notre ère par les Hommes et sont à la base de la phytothérapie.

Les plantes médicinales sont largement répandues en Algérie, ces plantes doivent faire l'objet d'études phytochimiques et pharmacologiques approfondies afin d'évaluer leur efficacité contre le virus.

**1.1.1. Phytothérapie**

Le mot phytothérapie se compose étymologiquement de deux racines grecques : "photon" et "therapeia" qui signifient respectivement "plante" et "traitement" (**Mansour, 2015**).

La phytothérapie est une médecine douce qui traite et prévient certaines maladies et troubles par l'usage des plantes. Elle est complémentaire à la médecine traditionnelle. Les médicaments à base de plantes sont soumis à la réglementation française et européenne. Les plantes médicinales utilisées ont la particularité d'avoir des principes actifs agissant sur l'organisme.

➤ On peut distinguer deux types : (**Gabbiche, 2009**)

- ✚ Une pratique traditionnelle, parfois très ancienne basée sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement. Selon l'OMS, cette phytothérapie est considérée comme une médecine traditionnelle et encore massivement employée dans certains pays dont les pays en voie de développement. C'est une médecine non conventionnelle du fait de l'absence d'étude clinique.
- ✚ Une pratique basée sur les avancées et preuves scientifiques qui recherchent des extraits actifs des plantes. Les extraits actifs identifiés sont standardisés. Cette pratique conduit aux phytomédicaments et selon la réglementation en vigueur dans le pays, leur circulation est soumise à l'autorisation de mise sur le marché (AMM) pour les produits finis, et à la réglementation sur les matières premières à usage pharmaceutique (MPUP) pour les préparations magistrales de plantes médicinales, celles-ci étant délivrées exclusivement en officine. On parle alors de pharmacognosie ou de biologie pharmaceutique.

**1.1.2. Récolte et Conservation des plantes**

La récolte des plantes médicinales est une étape très importante, notamment en médecine traditionnelle. Elle doit être effectuée au moment le plus favorable afin de conserver l'efficacité des

Principes actifs. Certaines plantes peuvent être cueillies toute l'année, mais la plupart doivent être récoltées à un moment précis de leur croissance pour être utilisées immédiatement ou conservées.

Les auteurs de cette référence (**Andrew Chevallier, 2001**) ont proposé quelques conseils pour faire une meilleure récolte :

- ❖ Identifier les plantes, ne jamais cueillir une plante dont on n'est pas sûr.
- ❖ Ne pas cueillir les plantes sauvages rares ou inhabituelles.
- ❖ Ne pas ramasser de plantes au bord des routes, à proximité des usines ou dans les zones où sont vaporisés des insecticides sur les cultures.
- ❖ Utiliser, si possible, un panier ouvert pour y déposer les plantes, ce qui évite de les abîmer.
- ❖ Dans la nature, un sac à dos (évituez le Nylon) ou un sac en toile sera plus pratique.
- ❖ Récolter uniquement des plantes saines.
- ❖ Récolter les plantes par temps sec, plutôt par une matinée bien ensoleillée

Il existe diverses méthodes de conservation, les plus courantes et les plus simples étant le séchage à l'air ou au four (**Andrew Chevallier, 2001**).

Les plantes séchées sont coupées grossièrement et disposées dans des bocaux de verre ou dans des sacs en papier, à l'abri de l'air et de la lumière. Les boîtes en fer sont naturellement proscrites (**Berton, 2001**). Les plantes séchées peuvent être conservés pendant une année dans de bonnes conditions. Au-delà de cette période, leur pouvoir diminue sensiblement et l'action thérapeutique disparaît. C'est pourquoi il faudra renouveler le stock de plants chaque année (**Berton, 2001**).

Il existe également d'autres méthodes pour la conservation des propriétés médicinales des plantes (**Andrew Chevallier, 2001**) telles que l'aspiration de l'humidité des plantes par un déshumidificateur ou la congélation dans des sacs en plastique

## **2. Huiles essentielles**

### **2.1. Généralités sur le métabolisme secondaire**

Les métabolites secondaires sont un groupe de molécules qui participent à l'adaptation des plantes à l'environnement et à la régulation des symbioses et autres interactions entre plantes et animaux, à la protection contre les prédateurs et les agents pathogènes. allélopathie ou dans les facteurs d'attraction responsables de la pollinisation ou de la dispersion des fruits (**Judd et al., 2002**).

En général, les termes métabolites secondaires, xénobiotiques, facteurs nutritionnels sont utilisés pour identifier ce groupe. Plus de 200 000 composés sont connus pour avoir des effets antinutritionnels et toxiques chez les mammifères. Étant donné que ces composés ont un effet toxiques, les ajouter à l'alimentation humaine peut être utile pour la prévention de plusieurs maladies (cancer, maladies circulatoires, infections virales...), car la différence entre une toxicité et

un effet bénéfique réside généralement dans le fait que dose ou la structure- dépendant (Makkar *et al.*, 2007).

## 2.2. Définition des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont définies ainsi à la pharmacopée européenne (2016) (produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par l'entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. Une huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition).

Les huiles essentielles sont définies comme des produits à la composition chimique assez complexe, contenant des constituants volatils présents dans les végétaux plus ou moins modifiés lors de leur production. Ce sont des composants végétaux liquides et très volatils caractérisés par un arôme fort et caractéristique, les terpènes (principalement des monoterpènes) constituent la majorité (environ 90%) de ces composants (Hamdani, 2012). La plupart des composants HEs appartiennent à deux groupes : les terpénoïdes et les phénylpropanoïdes, mais ces derniers sont moins courants que les terpénoïdes. Le HEs ne contiennent pas de corps gras (lipides) (Khenaka, 2011 ; Hamdani, 2012). Ils sont obtenus par distillation à la vapeur (Rakotonanahary, 2012).

Les huiles essentielles extraites de matières végétales ont été largement utilisées dans de nombreux domaines, notamment l'alimentation, l'agriculture, les cosmétiques et les produits pharmaceutiques (Zhang *et al.*, 2020a,b). Ces dernières années, alors que la prise de conscience des dommages potentiels causés au corps humain et à l'environnement par l'utilisation de synthèses chimiques s'est accrue, les huiles végétales de sources naturelles ont été considérées comme des substituts prometteurs aux agents antibactériens traditionnels en raison de leurs excellentes propriétés antibactériennes (Siddiqui *et al.*, 2017).

## 2.3. Localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles se trouvent dans toutes les parties vivantes de la plante et se forment dans le protoplasme de différentes cellules sécrétrices selon l'organe végétal considéré. Elles s'accumulent par la suite dans des cellules glandulaires spécialisées recouvertes d'une cuticule. Puis, elles sont stockées dans des structures histologiques spécialisées, à savoir, des cellules à huiles essentielles (*Lauraceae et Zingiberaceae*), des poils glandulaires épidermiques qui produisent les essences dites superficielles (*Labiaceae, Geraniaceae et Rutaceae*), des poches sécrétrices (*Myrtaceae, Auranthiaceae, Rutaceae*) ou encore des canaux sécréteurs (*Apiaceae, Umbelliferaeae et Asteraceae*) (Bruneton, 1999 ; Boz *et al.*, 2009). L'extraction des essences se fait de divers organes de la plante : les fleurs (bergamotier), les feuilles (menthe poivrée), mais aussi dans des écorces (cannelier de Ceylan), des bois (santal), des racines (angélique), des rhizomes (gingembre), des fruits (badiane), ou encore des graines (muscade) (Deschepper, 2017).

## 2.4. Biosynthèse des huiles essentielles

La biosynthèse des huiles essentielles commence par la photosynthèse (métabolite primaire), qui se divise ensuite en deux voies principales : (Gauriat, 2015)

### A. Voies des terpènes

Cette voie conduit à la synthèse des monoterpènes, sesquiterpènes et diterpènes. La synthèse de ces terpènes à partir d'IPP (isopentényl pyrophosphate en C5), L'IPP provient de la voie du mévalonate (Ouali *et al.*, 2017). Différentes fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, phénol, cétone, oxyde) peuvent leur être ajoutées, ce qui leur confère des propriétés chimiques spécifiques. Ces molécules font ressortir le côté aromatique et volatil de la plante (Gauriat, 2015).

### B. Voies des phénylpropanes

Cette voie débute par un acide aminé : la phénylalanine, qui est obtenue par la voie du shikimate (Gauriat, 2015). La phénylalanine provoque la formation de plusieurs composés d'huiles essentielles, de phénols, d'acides ou encore des coumarines. Les molécules de type lactone ou phénols méthyl-éthers sont moins fréquentes (Ouali *et al.*, 2017)

## 2.5. Caractérisation des huiles essentielles

La caractérisation des huiles essentielles et d'ailleurs de tout mélange naturel – peut prendre plusieurs aspects en fonction du besoin et de l'objectif assigné. Ainsi, dans la très grande majorité des huiles essentielles, les 15-25 composés majoritaires représentent 80-95% de la composition globale et sont donc suffisants pour caractériser cette huile essentielle. Il faut toute fois signaler que la connaissance des composés minoritaires est parfois un paramètre important de la qualité biologique ou organoleptique du produit et qu'en conséquence une analyse fine est nécessaire. Il faut également signaler qu'une analyse peut être totalement faussée par la mauvaise identification d'un seul constituant (Sutour, 2010).

## 2.6. Propriété des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses propriétés : (Purchon, N, 2001 ; Willem, J.P, 2002)

### 2.6.1. Anti-infectieuses

#### A. Antibactériennes

Les molécules aromatiques possédant l'activité antibactérienne la plus importante sont les phénols contenus par exemple dans l'huile essentielle de clou de girofle.

#### B. Antivirales

Les virus sont assez sensibles aux huiles essentielles à phénol et à monoterpénol. Plus d'une dizaine d'huiles essentielles possèdent des propriétés antivirales. Nous pouvons citer l'huile essentielle de *Ravintsara*, l'huile essentielle de Bois de Hô, ou l'huile essentielle de Cannelle de Ceylan.

### C. Antifongiques

Les huiles essentielles utilisées pour leurs propriétés antifongiques sont les mêmes que celles citées précédemment cependant la durée du traitement sera plus longue. Par exemple, les huiles essentielles de Cannelle, de Clou de girofle ou de Niaouli sont des antifongiques.

### D. Antiparasitaires

Les molécules aromatiques possédant des phénols ont une action puissante contre les parasites. Le thym à linalol, la sarriette des montagnes sont d'excellentes huiles essentielles antiparasitaires.

### E. Antiseptiques

Les propriétés antiseptiques et désinfectantes sont souvent retrouvées dans les huiles essentielles possédant des fonctions aldéhydes ou des terpènes comme l'huile essentielle d'*Eucalyptus radiata*.

### F. Insecticides

Certaines huiles essentielles sont insectifuges ou insecticides comme celles possédant des fonctions aldéhydes comme le citronnellal contenu dans l'*Eucalyptus* citronné ou la citronnelle.

#### 2.6.2. Anti-inflammatoires

Les huiles essentielles possédant des aldéhydes ont des propriétés actives contre l'inflammation par voie interne comme l'huile essentielle de Gingembre.

#### 2.6.3. Régulatrices du système nerveux

#### ★ Antispasmodiques

Les huiles essentielles possédant des esters ou des éthers possèdent une action sur les spasmes des muscles lisses ou striés comme l'huile essentielle d'Hélichryse.

### 2.7. Toxicité Des huiles essentielles

La toxicité des huiles essentielles varie selon leur composition de la plante, la plante source, la période de l'année où la plante est récoltée, sa voie d'administration ... (Milpied, 2009), En générale le risque principal lors d'une ingestion est la survenu de crises convulsives, une agitation ou une somnolence comme des symptômes neurologiques, peuvent cause aussi des complications digestives ou respiratoires (Laurent, 2017).

### 2.8. Méthodes des Extraction des HE

Les HE sont obtenus par diverses manières, voici les principales :

#### 2.8.1. Hydro distillation

C'est une méthode très simple, le matériel végétal est immergé dans un alambic d'eau sur Unisource de chaleur, le tout est ensuite porté à l'ébullition (figure1 ). Les vapeurs hétérogènes sont condensées dans un réfrigérant (Lucchesim, 2005).

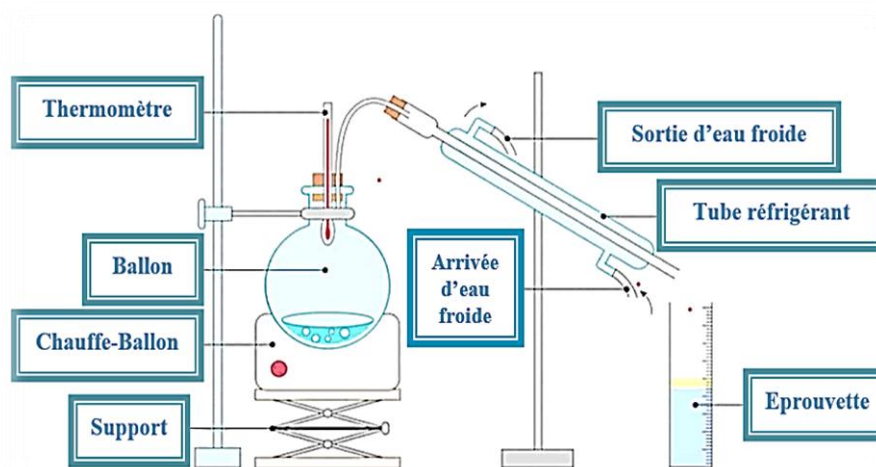


Figure 1: Appareillage utilisé pour l'hydro distillation de l'huile.

### 2.8.2. Distillation (par entraînement à la vapeur)

Cette méthode minimise l'altération hydrolytique, le matériel végétal est soumis L'action d'un courant de vapeur sans macération préalable. Les vapeurs saturées en composés volatils sont condensées puis décantées dans l'essencier (**Boukhatem et al., 2019**).

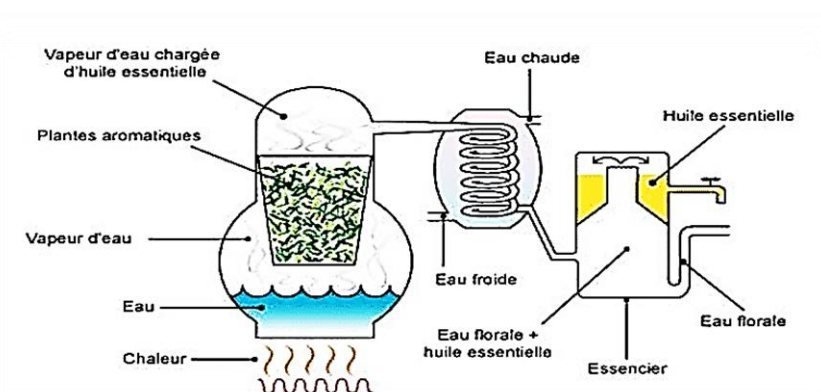


Figure 2 : Schéma de principe d'extraction par distillation.

### 2.8.3. L'extraction par les solvants

Les choix des solvants sont soumis à plusieurs paramètres techniques et économiques, une sélectivité, et une température d'ébullition, une stabilité. Le principe de méthode est la contacte de la matière végétale avec le solvant qui dissout et extraire les constituants solubles dans la plante (**Bekhechi et al., 2008**).

### 2.8.4. L'expression à froid

La technique est réservée à l'extraction des essences volatiles contenues dans les péricarpes des agrumes par traitement mécanique (**Boukhatem et al., 2019**).

### 2.8.5. L'extraction par micro-ondes

Cette technique consiste à placer la matière végétale fraîche dans un réacteur L'intérieur du four micro-ondes, sans ajout de solvant ou d'eau (Chenni, 2016).

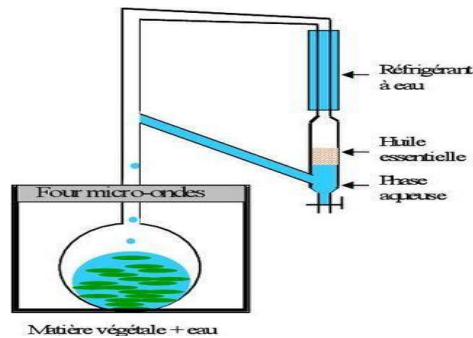


Figure 3 : Technique d'extraction par micro-onde.

## 2.9. Domaine d'utilisation

Peut être utilisée dans divers domaines, par exemple

### 2.9.1. Dans l'industrie agro-alimentaire

Les huiles essentielles sont utilisées comme épices, aromates ou condiments, touches d'essence de gingembre, vanille, poivre basilic et agrumes. On remarque également leur intégration avec les boissons, les produits laitiers, les soupes, les sauces, les snacks, la boulangerie et les aliments pour animaux (Ch. EL kalamouni, 2010).

### 2.9.2. Médecine et industrie pharmaceutique

Les propriétés pharmacologiques des huiles essentielles leur confèrent un effet antiseptique contre les bactéries, champignons et levures, ainsi que des propriétés bactériostatiques, bactériennes, empoisonnant le sang, fongicides, antiseptiques et insecticides, propriétés sédatives : Certains médicaments HE (menthe poivrée) seraient efficaces pour réduire les spasmes gastro-intestinaux (C.Adaoust, 2018).

### 2.9.3. Parfumerie et industrie cosmétique

Les huiles essentielles sont des ingrédients souvent utilisés dans la composition des parfums et des savons. A ce titre, ils sont traités comme des ingrédients et la réglementation européenne sur les produits cosmétiques ne leur est pas directement applicable. On les trouve également dans les préparations pour le bain intégré aux huiles de massage, Les huiles essentielles sont aussi consommées en cosmétologie pour parfumer les produits cosmétiques : les dentifrices, les shampoings, les crèmes solaires, les rouges à lèvres, les savons, etc.... (Seu-Saberno et Blakeway, 1984). Aussi on le trouve dans les cigarettes et les préparations médicamenteuses administrées par voie orale.

**PRÉSENTATION  
DE LA  
PLANTE ÉTUDIÉE**

## Chapitre II : Présentation de la plante étudiée

### 1. Généralité sur la famille *Lauraceae*

Les Lauracées (*Lauraceae*) représentent une famille Botanique regroupant au minimum 2000 espèces de plantes différentes. Ces espèces végétales sont réparties en une cinquantaine de genres distincts. Mais les estimations les plus hautes poussent cette famille à atteindre près de 3500 espèces différentes répandues dans les régions tropicales et subtropicales, de l'Asie du Sud-Est, aux Etats-Unis en passant par Madagascar et le Nord de l'Amérique du Sud (Walter *et al.*, 2002).



Figure 4 : Distribution des *Lauraceae* dans le monde (Stevens, 2001).

Tableau 1: Classification de Cronquist (1981).

<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Sous-règne</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>Division</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Sous-classe</b>	<i>Magnoliidae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Lurales</i>
<b>Famille</b>	<i>Lauraceae</i>

Tableau 2: Classification APG III (2009).

<b>Clade</b>	<i>Angiospermes</i>
<b>Clade</b>	<i>Magnolidées</i>
<b>Ordre</b>	<i>Lurales</i>
<b>Famille</b>	<i>Lauracées</i>

## 2. *Cinnamomum camphora*

### 2.1. Définition de *Cinnamomum camphora*

*Cinnamomum camphora* est une grande espèce d'arbre à feuilles persistantes à feuilles larges appartenant à la famille des Lauracées, qui est largement cultivée en Chine depuis plus de deux mille ans en tant que bois précieux et arbre aromatique (Babu *et al.*, 2003). *Cinnamomum camphora* a été utilisé dans la médecine traditionnelle chinoise pour traiter des maladies (Shi *et al.*, 2016 ;Hamidpour *et al.*, 2013).



Figure 5 : *Cinnamomum camphora* (photo personnelle).

### 2.2. Classification de *Cinnamomum camphora*

Règne	Végétale
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Magnoliidae
Ordre	Laurales
Famille	Lauraceae
Genre	<i>Cinnamomun</i>
Espèce	<i>camphora</i>
Nom d'auteur	Linné (Nee&Ebern)

### 2.3. Noms vernaculaires de *C. camphora*

Nom arabe	كافور القرفة
Nom français	Camphrier
Nom scientifique	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl
Nom anglais	Camphortree
Nom allemand	Kampferbaum
Nom italien	<i>Cinnamomum camphora</i>
Nom portugais	Canforeiro
Nom espagnol	Alcanfore

### 2.4. Description botanique de la *C. camphora*

#### 2.4.1. L'arbre

L'arbre peut atteindre 15 à 40 mètres de haut, bien qu'il ne dépasse rarement 20 mètres en Europe. Sa longévité est de l'ordre du millier d'années (**Botineau et Pelt, 2010**). Le tronc est ramifié à la base, et présente une écorce rugueuse et gercée. La couronne de l'arbre est dense, de forme arrondie à étalée chez les sujets âgés. Les jeunes rameaux ont une section quadrangulaire. Les racines de l'arbre, très sensibles aux perturbations, peuvent s'étendre loin du tronc de l'arbre et sont reconnaissables par leur odeur caractéristique (**Conway Duever, 2000**).

#### 2.4.2. Feuillage

Les feuilles sont simples, pétiolées, alternes, longues de 6 à 10 cm et larges de 3 à 6 cm, subcoriacées, ovales ou largement ovales, ou elliptiques avec un sommet effilé, avec plusieurs nervures principales distinctes partant de la base de la feuille (à 3 nervures ou penninervées). Des glandes imprimées sont présentes dans les aisselles des nerfs inférieurs en dessous. Les feuilles dégagent une forte odeur de camphre lorsqu'elles sont écrasées. Feuillage de couleur verte, clair avec jeunes pousses rosées.

#### 2.4.3. Inflorescences

Fleurs et fruits L'inflorescence est axillaire, paniculaire, glabre, pédonculée, plus courte que les feuilles, les bractées caduques. Les fleurs sont bisexuées, membraneuses, linéaires, à pubescence molle. Les segments du périanthe mesurent environ 1,5 mm de long, sont jaune-vert et elliptiques. Le fruit globuleux mesure 7-8 mm de large et est noir violacé (**Zheng, 1978 ; Gupta, 1993 ; Storrs et Storrs, 1984**).

#### 2.4.4. Les fleurs

Les fleurs sont petites, leur taille étant de l'ordre du centimètre. Elles présentent un caractère hermaphrodite et une coloration blanc jaunâtre.

#### 2.4.5. Le fruit

Le fruit est une drupe globuleuse, de 7 à 10 mm de diamètre et de couleur violet noir à maturité. La graine mesure 6 à 7 mm de diamètre.



Figure 6 : Les feuilles (photo personnelle).



Figure 7 : Les fleurs.



Figure 8 : Les fruits.

#### 2.5. Plantation

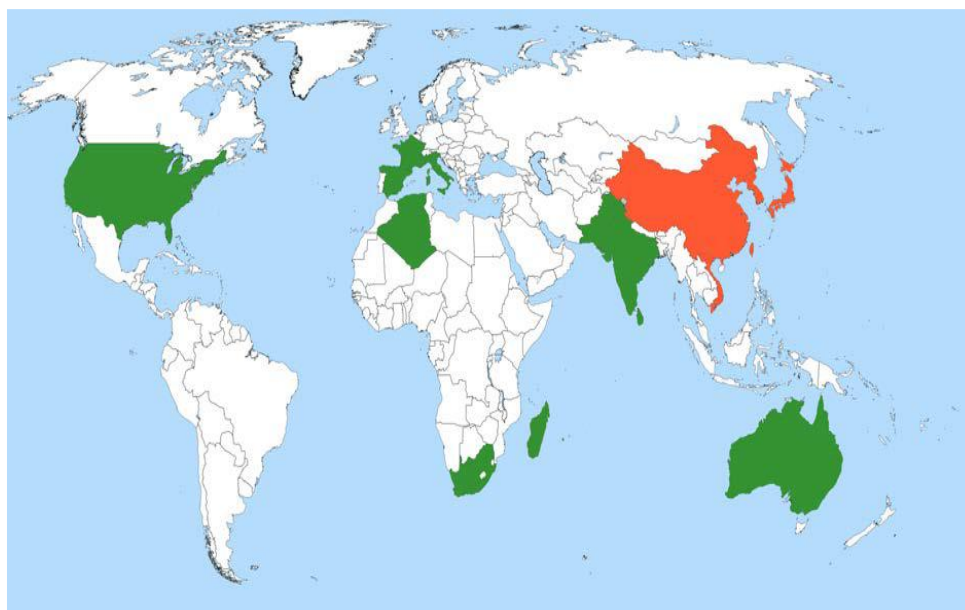
En raison de la croissance de la demande, le *C. camphora* est maintenant cultivé à grande échelle. La collecte des graines mûres se déroule entre le mois de mai à juillet, le noyau est extrait en enlevant la pulpe noire, les noyaux sont nettoyés puis séchés à l'ombre. La germination des graines est réalisée après un trempage pendant 24 heures, les plants sont repiqués après 3 mois dans une pépinière. Elle se fait pendant la période de pluies dans un trou de 1m de profondeur et de 1x 1m de côté, les distances entre chaque pied sont de 5m. Le « Ravintsara » supporte en général tous

les types de sols, sauf les terrains trop sableux, rocaillieux, ou argileux. Il préfère les substrats constitués d'un mélange de sable (20%), de sol (40%) et de fumier ou compost biologique (40%). Des désherbages et amendements sont préconisés pour un meilleur rendement. (**Randriamahaleo, 2011**) Il peut être exploité à partir de sa 4<sup>ème</sup> année en moyenne. L'arbre devrait avoir une hauteur de 3m au minimum et disposer d'une biomasse foliaire importante. Il faut éviter de dénuder complètement l'arbre de ses feuilles et n'enlever au maximum que le deux tiers de l'ensemble en laissant les jeunes feuilles. La récolte s'effectue 1 à 2 fois par an. Les techniques de taille et d'élagage sont importants pour prioriser la croissance en hauteur de l'arbre pour obtenir plus de feuilles, la taille à partir des branches inférieures de manière la plus symétrique. Les maladies qui touchent le « Ravintsara », sont les acariens, la gale, l'antracnose. Ses stress se manifestent surtout par l'apparition de tâche violette ou des jaunissements sur les feuilles.

## 2.6. Répartition géographique

Camphrier (*Cinnamomum camphora*) est originaire d'Asie, en particulier du Japon, de Taïwan, de la Chine et du nord du Vietnam. Il a été introduit à Madagascar au 19<sup>ème</sup> siècle, puis s'est répandu dans plusieurs régions du monde. A Madagascar, cet arbre est cultivé sur les hauts plateaux, au milieu de l'île. Dans la nature, on le trouve également au Moyen-Orient (Anjiro et Moramanga) et dans le sud (Ambositra et Ambohisamosa) (**Michat, 2012**).

Il a été introduit en Australie, au début de la période coloniale, comme arbre d'ornement ; il s'est très vite acclimaté. De même, aux États-Unis, il est rencontré le long de la Côte du Golfe et en Californie. On le retrouve aussi en Afrique du Sud et en Europe (**Figure 9**).



**Figure 9 : Répartition mondiale du camphrier.**

**En orange :** pays où le camphrier est originaire. **En vert :** pays où le camphrier s'est acclimaté.

## 2.7. Maladies et ravageurs

La gale atteint la racine avec apparition de pustules à la surface des tissus externes. Les feuilles sont souvent atteintes d'antracnose, maladie provoquée par des champignons et qui se manifeste par une tâche violette (**Raherimanjaka, 2006**). Des acariens herbivores peuvent aussi habiter dans les domaties des feuilles de *Cinnamomum camphora* (**Nishida et al., 2005**). Des symptômes de jaunissement ou de brunissement peuvent aussi apparaître sur les feuilles en plantation. De plus, des gaufres au niveau des jeunes feuilles ont été constatées chez certains individus.



**Figure 10 : les symptômes de maladies (photo personnelle).**

## 2.8. L'huile essentielle de *cinnamomum camphora*

Le camphrier (*Cinnamomum camphora*) est un arbre à croissance rapide dont on obtient une huile essentielle par distillation du feuillage et des jeunes rameaux. Cette huile contenant le camphre est commercialisée sous le nom de *Ravintsara*.

## 2.9. Composition chimique

Les HE issues du camphrier existent sous cinq chémotypes, présentant des spécificités thérapeutiques bien différentes (**Wanyang S et al., 1989**). Seuls les trois premiers sont commercialisés :

- ❖ Le cinéole (*Cinnamomum camphora* CT cinéole) est issu de la distillation des feuilles de *Cinnamomum camphora* ssp. *cinoliferum* en provenance de Madagascar ; son HE est dénommée HE de *Ravintsara* et renferme 20 % de terpènes constitués à 70-75 % de 1,8-cinéole ;
- ❖ Le linalol (*Cinnamomum camphora* CT linalol) provient de la distillation des feuilles et du bois de *Cinnamomum camphora* ssp. *linaloliferum* en provenance de Chine ; son HE est appelée HE de bois de Hô ou encore HE de bois de rose d'Asie et contient 10 % de terpènes constitués à 80-90 % de linalol ;
- ❖ Le camphre (*Cinnamomum camphora* CT camphre) résulte de la distillation des feuilles et du bois de *Cinnamomum camphora* L. ssp. *japonicum* en provenance du Vietnam et du Japon ; son HE, dénommée HE de Camphrier, est constituée de plus de 50 % de camphre ;

- ❖ L'isonérolidol renferme 20 % de monoterpènes et 20 % de sesquiterpènes, dont 40 à 60 % de nérolidol ;
- ❖ Le safrol contient 10 % de monoterpénols et 80 % de safrol.

L'HE de *Ravintsara* correspond donc au chémotype cinéole du camphrier de composition moyenne suivante :

- Oxyde terpénique : 55 à 64 % de 1,8-cinéole ;
- Monoterpènes : 11 à 14 % de sabinène ; 3 à 4,5 % de  $\alpha$ -pinène ; 2,5 à 3,3 % de  $\beta$ -pinène ;
- Monoterpénols : 7 à 9 % de  $\beta$ -terpinéol ; 1,6 à 2,7 % de terpinène-4-ol.

L'HE Havozo, provenant de l'écorce de *Ravensara aromatica* (*Agatophyllum aromaticum* Willd.), contient majoritairement du méthylchavicol et l'HE *Ravensara*, issue des feuilles de cette même espèce, renferme sur- tout du limonène, du sabinène, du myrcène et du linalol.

### 2.10. Intérêt d'utilisation médicale de l'espèce *Cinnamomum camphora*

- ✚ L'Arbre à camphre se cultive principalement pour ses feuilles aromatiques.
- ✚ Les feuilles du *Cinnamomum camphora* sont utilisées pour produire de l'huile essentielle. Celle-ci est très utilisée en aromathérapie pour un usage externe (toxique en cas d'ingestion) en raison de ses vertus antivirales, antispasmodiques, antiseptiques, antirhumatismales.
- ✚ L'huile essentielle de Camphrier, appelée Ravintsara ou Ravintsare est à la base de la composition du fameux « Baume du tigre ».
- ✚ Elle s'utilise également dans l'industrie du textile en protégeant le lainage et les fourrures contre les termites.
- ✚ Elle intègre aussi la composition des vernis.
- ✚ L'extraction de l'huile essentielle se fait sur des arbres de 50 ans et plus. L'huile essentielle extraite des Camphriers naturalisés à Madagascar est reconnue de qualité optimale.
- ✚ La culture chinoise considère le Ravintsara comme l'arbre de vie. L'ingestion des drupes permettrait de rallonger la longévité de quelques années.
- ✚ L'arbre au camphre est considéré comme sacré au Japon. On le rencontre fréquemment à proximité des temples où il est connu sous le nom de « Kusunoki ».
- ✚ Comme arbre ornemental, on apprécie le Camphrier pour l'ombrage qu'il procure et pour ses feuilles persistantes.
- ✚ On le cultive généralement comme arbre d'alignement ou en sujet isolé dans les parcs et jardins.
- ✚ Il est d'autant plus apprécié pour sa longue longévité qui peut aller jusqu'à plusieurs siècles.
- ✚ Le bois du camphrier dispose naturellement de propriétés insectifuges en éloignant ainsi les mites. On s'en sert pour fabriquer différentes malles pour le transport des différents tissus de qualité comme les fourrures.



***PARTIE PRATIQUE***  
***MATÉRIEL ET MÉTHODES***

## 1. Matériels et Méthodes

### 1.1. Extraction d'huile essentielle

#### 1.1.1. Matériel végétale

La partie aérienne (feuilles) de la plante (*Cinnamomum camphora*) a été utilisé comme échantillon d'extraction. La Plante a été collectée de service commun de recherche, pôle de vulgarisation botanique au niveau de l'université de Skikda.

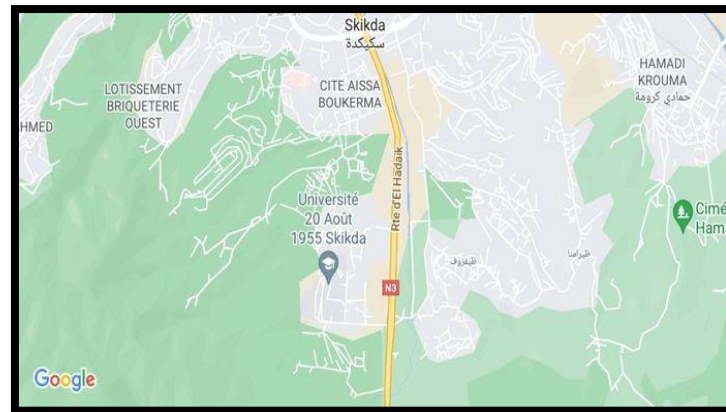


Figure 11 : La carte géographique de l'université de Skikda.



Figure 12 : Service commun de recherche, pôle de vulgarisation botanique.

### 1.1.2. Matériel du laboratoire

#### A. Montage d'extraction

L'extraction des huiles essentielles de *C. camphora* a été effectuée au niveau du laboratoire de département d'agronomie par la méthode d'hydro distillation (**figure 13**).



**Figure 13 : Montage d'hydro distillation (photo personnelle).**

#### B. Appareils et matériels simple utilisé

- + Ballon de 1000ml
- + Chauffe ballon
- + Réfrigérants
- + Ampoule à décanter
- + Bécher
- + Papille aluminium
- + Balance
- + Erlenmeyer
- + Eprouvette graduée
- + Etuve
- + L'eau distillée
- + L'appareil de ph
- + Flacon

### 1.1.3. Protocole d'extraction D'HE

Les feuilles de la plante sécher dans une étuve pendant 3jour. L'extraction des huiles essentielles est faite par la technique d'hydro-distillation durant 2 heures (**figure 13**). 50 g des feuilles séchés sont submergées dans l'eau distillée (400ml) dans un ballon de volume de1000 ml. L'ensemble est ensuite porté à ébullition. La chaleur (100°C) permet la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales et forme un mélange d'eau et des huiles essentielles. Il est ensuite refroidi et condensé dans une ampoule à décantation (**Figure 14**).

L'eau et l'HE se séparent par différence de densité, on répète cette étape 5 fois jusqu'à terminer tout la quantité de 250 g de la plante (Total : 250g + 2l d'eau).

Après extraction d'huile essentielle obtenu a été placée dans un flacon a été couvert d'un papier aluminium à l'abri de la lumière puis conservé dans un réfrigérateur à 4°C jusqu'à son usage pour l'activité antimicrobiennes.

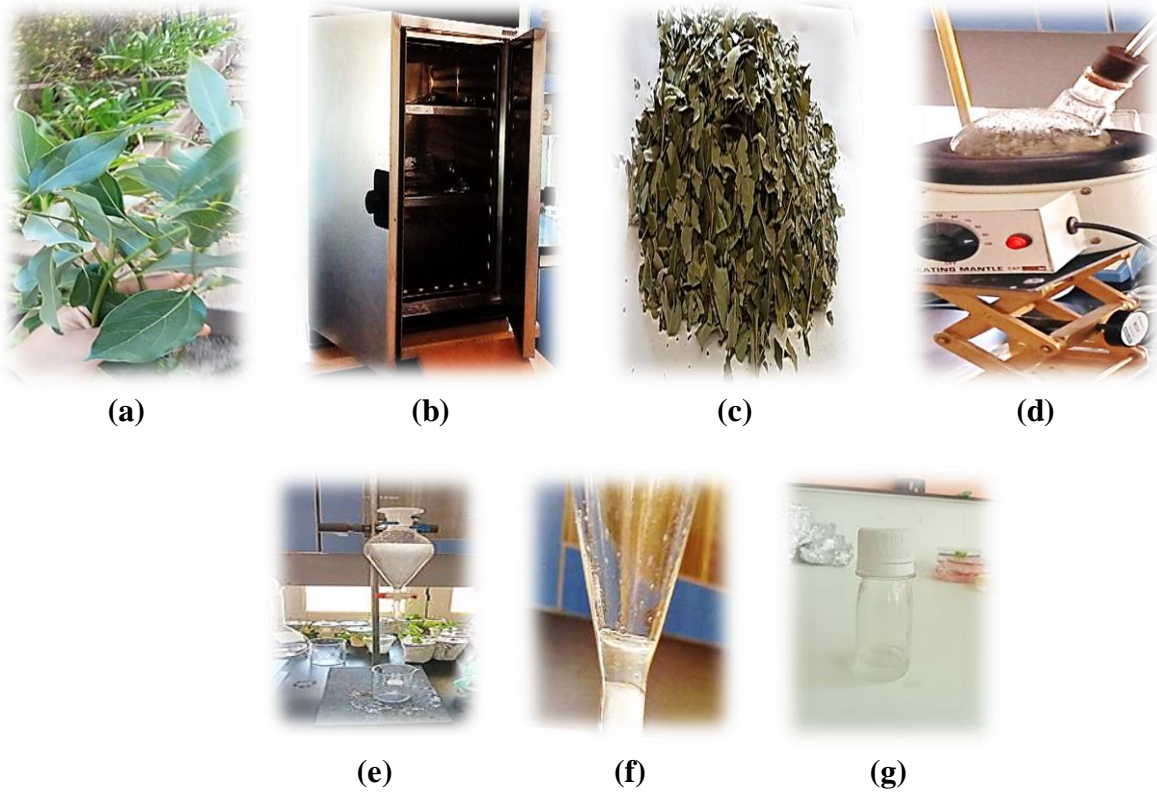


Figure 14 : Les étape de préparations de l'HE.

Le plan d'extraits :

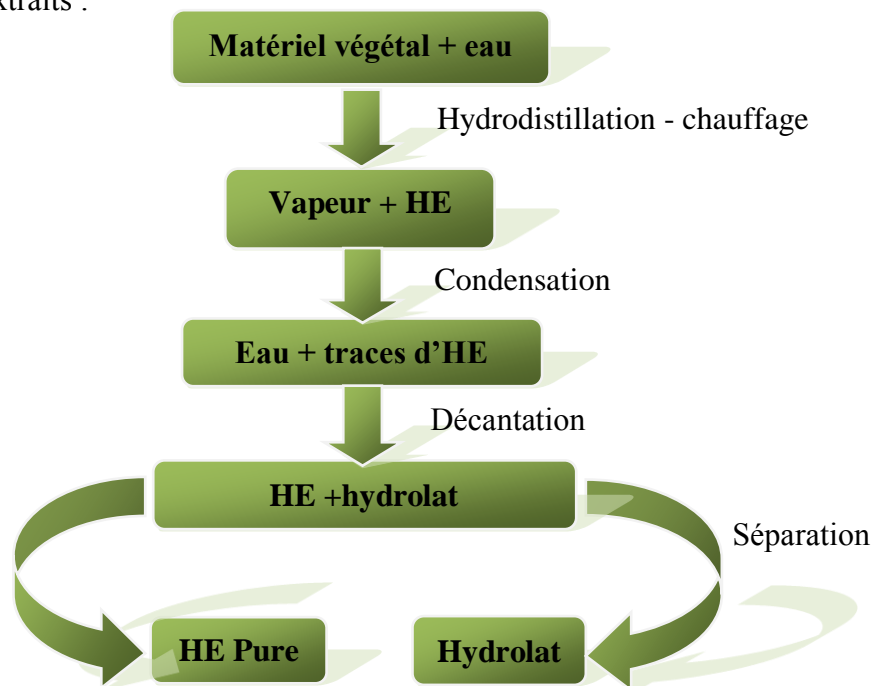


Figure 15 : Les étape d'extraction d'HE .

### 1.1.4. Rendement

Le rendement d'huile essentielle (RHE) est le rapport entre le poids d'huile essentielle extraite et le poids de la matière végétale (plante séchée) utilisée.

Le rendement, exprimé en pourcentage (%) est calculé par la formule suivante :

$$R = (P_{HE} / P_{MV}) \times 100.$$

**R:** Rendement de huile essentielle (%). **P<sub>HE</sub>:** Poids de l'huile en g. **P<sub>MV</sub>:** Poids de la plante en g.



(a) flacon vide.



(b) flacon remplis d'HE.

Figure 16 : Détermination le poids d'HE( photo personnelle).

### 1.1.5. PH

Pour mesurer le pH on a utilisé l'appareil de (pH mètre de Hanna) comme le montre.



Figure 17 : L'appareil de Ph (photo personnelle).

## 1.2. Activité antimicrobienne

Cette étude de l'huile essentielle de plante a été réalisée la sensibilité des souches bactériennes dans le laboratoire de hall technologie (labo de microbiologie) de l'université 20 Août 1955.

### 1.2.1. Les Souches bactériennes et Souche Fongique

Les souches bactériennes identifiées, ont été obtenus à partir de Laboratoire d'analyses médicales -Professeur Oudina Faysal Ali - situé dans la Wilaya de Skikda. Il s'agit de deux souches bactériennes une à Gram positif et l'autre Gram négative et en fin une souche fongique amené du laboratoire de hall technologies de l'université (*Candida albicans*).

#### a. Bactérie à Gram Positif (*Staphylococcus aureus*)

Les *staphylocoques* sont des cocci a Gram positif, immobiles, non sporulés, réunis en amas, aéro-anaerobie facultatifs, catalase positive, Oxydase négative, fermentent les glucides (De buyser, 1996). *S. aureus* est un coque à Gram positif non sporulant de la famille des Staphylococcaceae (Fessler, A.T et al ., 2011 ; Boost,M.Vet al., 2013) , elle est responsables d'intoxications alimentaires,d'infections localisé suppurées et dans certains cas extremes ,d'infections potentiellement mortelles. Les *staphylocoques* produisent tous l'enzyme catalase, mais *S. aureus* est l'un des rares à produire une coagulase (kehrenberg, C,et al ., 2009 ; Paterson et al., 2014 ; Boost, M.V et al ., 2013). L'espèce bactérienne est donc confirmée par l'évaluation de la production des enzymes catalase et coagulase(Boost, M.Vet al ., 2013).

#### b. Bactérie à Gram Négative (*Klebsiella pneumoniae*)

Les *Klebsiella* sont des bactéries très répandues dans la nature (l'eau, le sol, les végétaux, la flore fécale des animaux), sur la peau, les muqueuses et surtout les voies respiratoires supérieures de l'homme provoquant ainsi des pneumonies mortelles c'est pourquoi Friedlander les a appelé pneumobacilles (Le Minor et al.,1989), L'espèce type *Klebsiella pneumoniae* est connue autre fois sous le nom de pneumobacille de Friedlander. Ce dernier sont des bacilles à Gram négatif, immobiles, diplobacilles généralement capsulées, non sporulées, anaérobies facultatifs (El Fertas-Aissani et al., 2012).

#### C. *Candida albicans*(fongique)

Le *candida albicans* est un organisme mycotique, c'est-à-dire qu'il fait partie de la famille des champignons. Il est présent depuis toujours sur nos muqueuses, notre peau, ou bien encore dans notre intestin. Lors d'un déséquilibre immunitaire ou hormonal, il prolifère et devient pathogène en libérant des toxines. On parle alors de "candidose",une candidose provoque des mycoses, Habituellement bénignes mais qui peuvent être graves chez le sujet immunodéprimé.

**Tableau 3: Les bactéries utilisées.**

Souches bactériennes	Gram
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cocci Gram positif (+)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Bacille Gram négative (-)

Tableau 4: La souche fongique.

<i>Souche Fongique</i>	<i>Milieu de culture</i>
<i>Candidas albicans</i>	<i>Milieu sabouraud</i>

### 1.2.2. Le milieux de cultures utilisée

- ✚ **Gélose mueller –hinton** : est un gélose standardisée recommandé pour l'étude de la sensibilité des bactéries aux agents antimicrobiens.
- ✚ **Gélose Hektoen** : est un milieu sélectif pour l'isolements des bactéries bacilles gram négatif.
- ✚ **Gélose chapman** : est un milieu sélectif des bactéries du genre staphylococcus .
- ✚ **Bouillon nutritif** : est un milieu largement utilisé pour la culture des micro-organismes peu exigeants.
- ✚ **Milieu sabouraud** : est un milieu sélectif pour la culture fongique.

### 1.2.3. Solution et Solvant

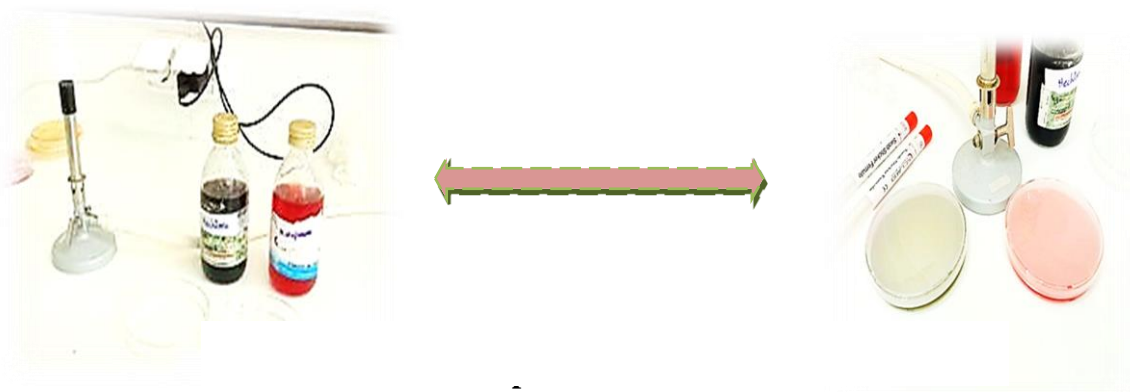
- ✚ DMSO
- ✚ Eau distillée

### 1.2.4. Méthode d'évaluations de l'activité antibactérienne

Nous avons testé la sensibilité de l'HE sur les bacterie, en suivant les étapes:

#### A. Revivification

- ✚ Le milieu de chapman pour *Staphylococcus aureus* est coulée dans une boite pétri et le processus répété avec *Klebsiella pneumoniae* dans une autre boite a été placé hektoen jusqu'à ce qu'il congelé.
- ✚ A l'aide d'écouvillon, un échantillon des bactéries existantes a été prélevé et un ensemencée dans les boites pétri préalablement congelés dans un chaque milieu.
- ✚ Nous transférons les bactéries dans les deux écouvillons après on ajoute le bouillon nutritif.
- ✚ Ensuite , incubées à l'étuve 37°C pendant 24 à 48 heure.



### B. Dilutions d'huile essentielle

Après l'extraction de l'HE par hydrodistillation ,on prépare 04 dilutions :(0,1mg/ml, 0,05mg/ml, 0,03mg/ml, 0,01mg/ml) dans du DMSO (dimethyl sulfoxide).Ce choix a été fait car le DMSO est le solvant préféré de la plupart des auteurs , notamment Gachkar et al (2007) qui ont montré que le DMSO n'a pas d'activité antibactérienne.

### C. Préparations des disques

Pour la réalisation de l'antibiogramme,les disques sont faits à partir du papier wathman,ce dernier a été découpé en disque blanc de 6 mm. Après leur stérilisation au autoclave pendant 20 min à 120°C.



Figure 19 : Autoclave .

### D. Préparation le milieu de Mueller- Hinton

Nous avons utilisé le milieu de Mueller- Hinton après avoir décongelé le milieu dans un bain marie .la gélose ( MH ) est coulée dans les boites de pétri puis on laisse ces dernières congéler. Le milieu(MH), qui est le milieu le plus employé pour les testes de sensibilité aux agents antibactériens.

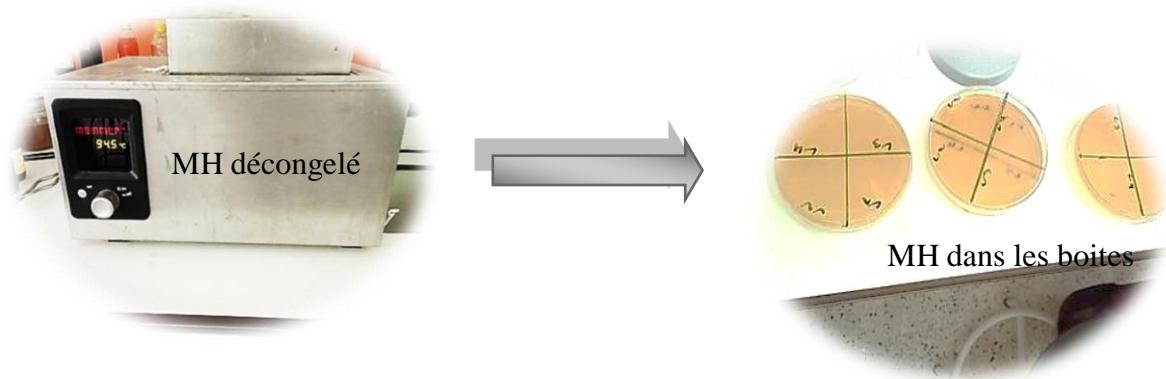
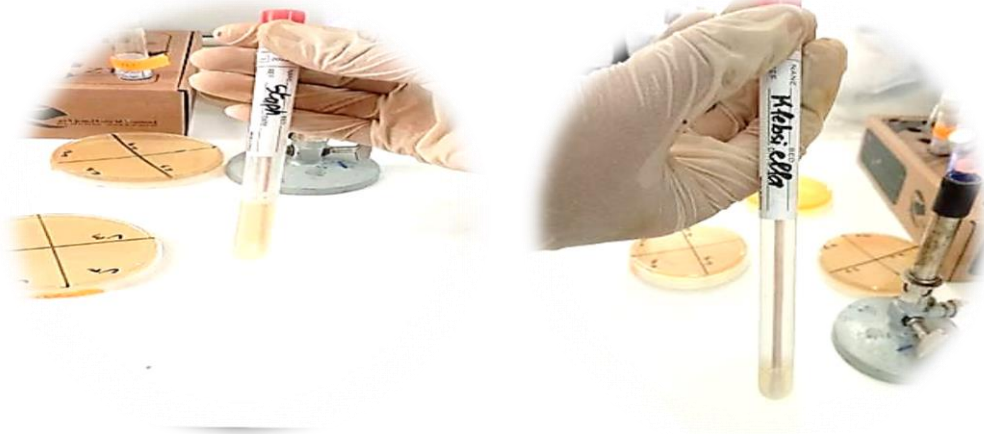


Figure 20 : Technique décongélation de MH.

### E. Ensemencement

- ✚ Le semis cela se fait par balayage ou inondation, de sorte qu'après l'incubation ,des colonies séparées mais adjactes se forment .

- ✚ A l'aide d'écouvillon( bouillon nutritif + bactérie ) , frotter la surface entière de la boîte pétri trois fois , en faisant tourner la boîte d'environ 60°C entre les stries pour assurer une distribution uniforme après chaque application .
- ✚ cette opération répéter dans un autre boîte de pétri.



### F. Dépôt des disque

Les disques sont imprégnés dans un différents dilutions de concentrations des huiles avec **DMSO**( $C_1=0,1$ ,  $C_2=0,05$ ,  $C_3=0,03$ ,  $C_4=0,01$ )et placé dans les boîtes à l'aide d'une pince sur la surface du milieu de **MH**et aussi un **HE** pure.

Et un autre boîtes imbibés un disque dans un **DMSO** sont utilisés comme témoins, maintenue à la température du laboratoire pendant 30 min afin de permettre la pré-diffusion.

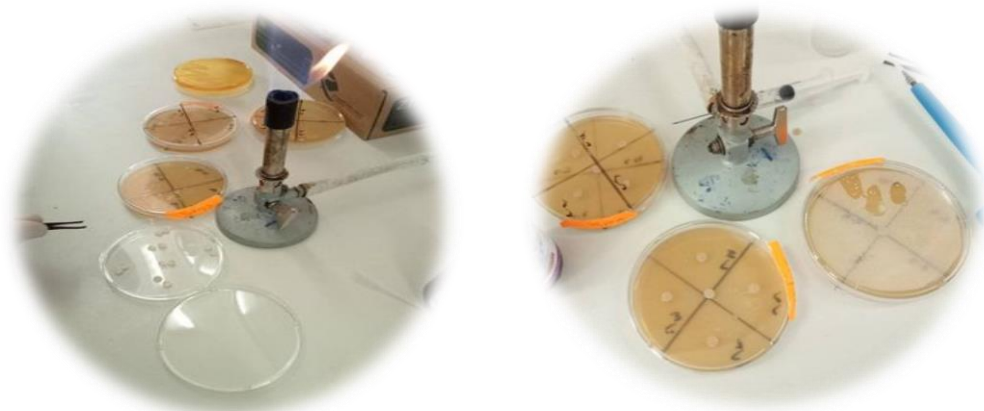
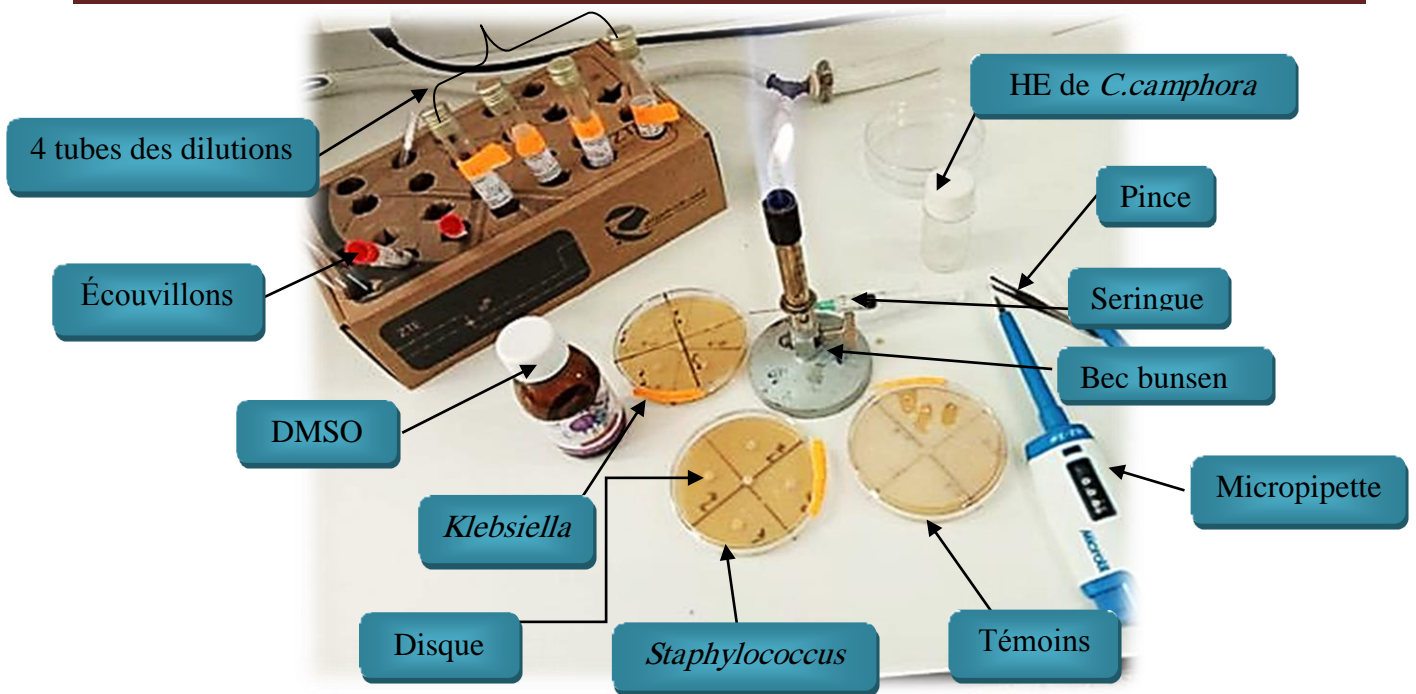


Figure 22 : Préparations des disques (photo personnelle).



**Figure 23 :** Représente la experimentation au laboratoire (photo personnelle).

### G. Incubation et lecture

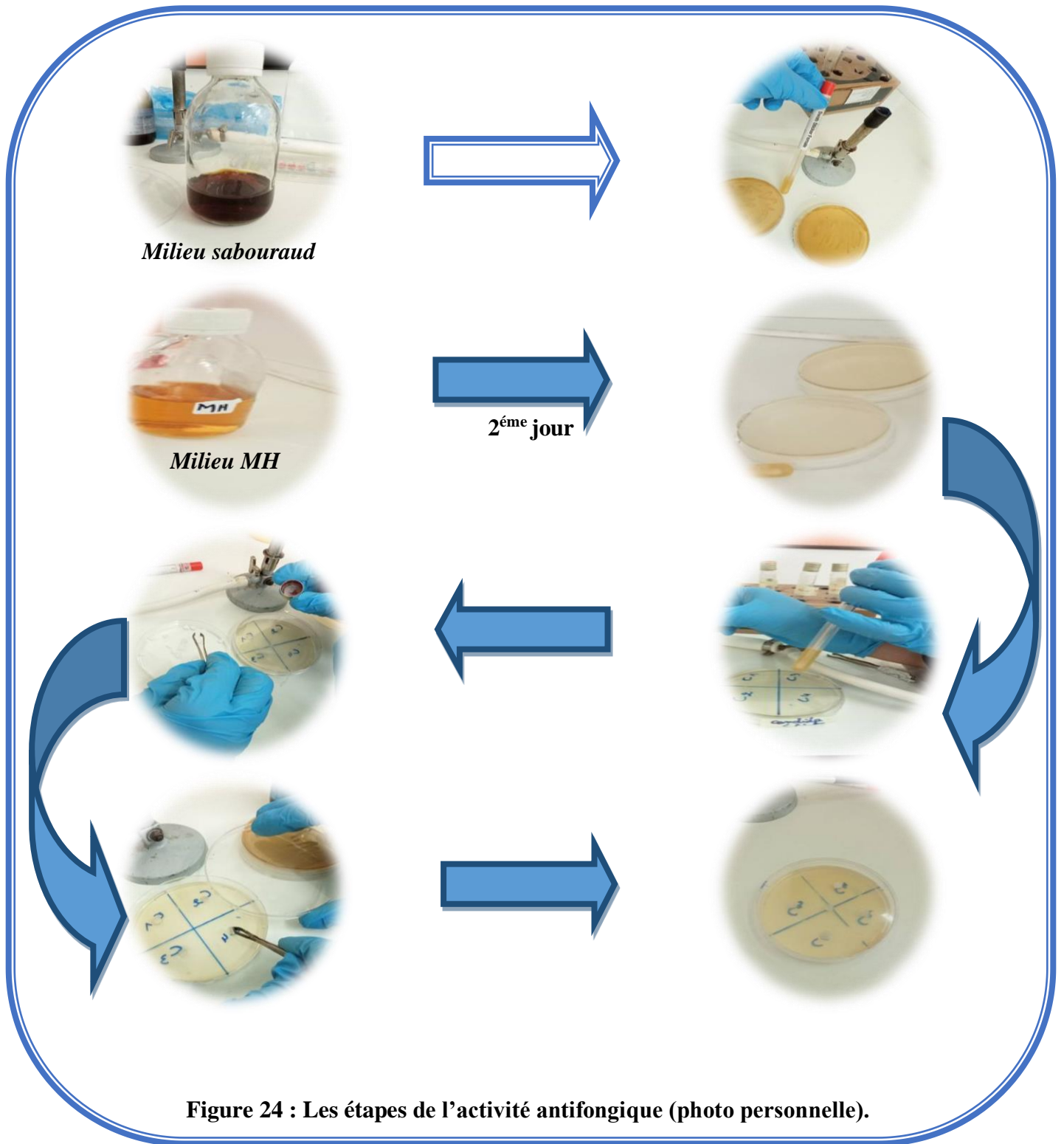
Incubée tout les boites dans l'étuve à 37°C pendant 48 heures pour la lecture ,en mesurant les diamètres des halos d'inhibitions.

❖ **NB :** toute les opérations doivent être effectuées dans une zone stérile devant un bec bunsen .

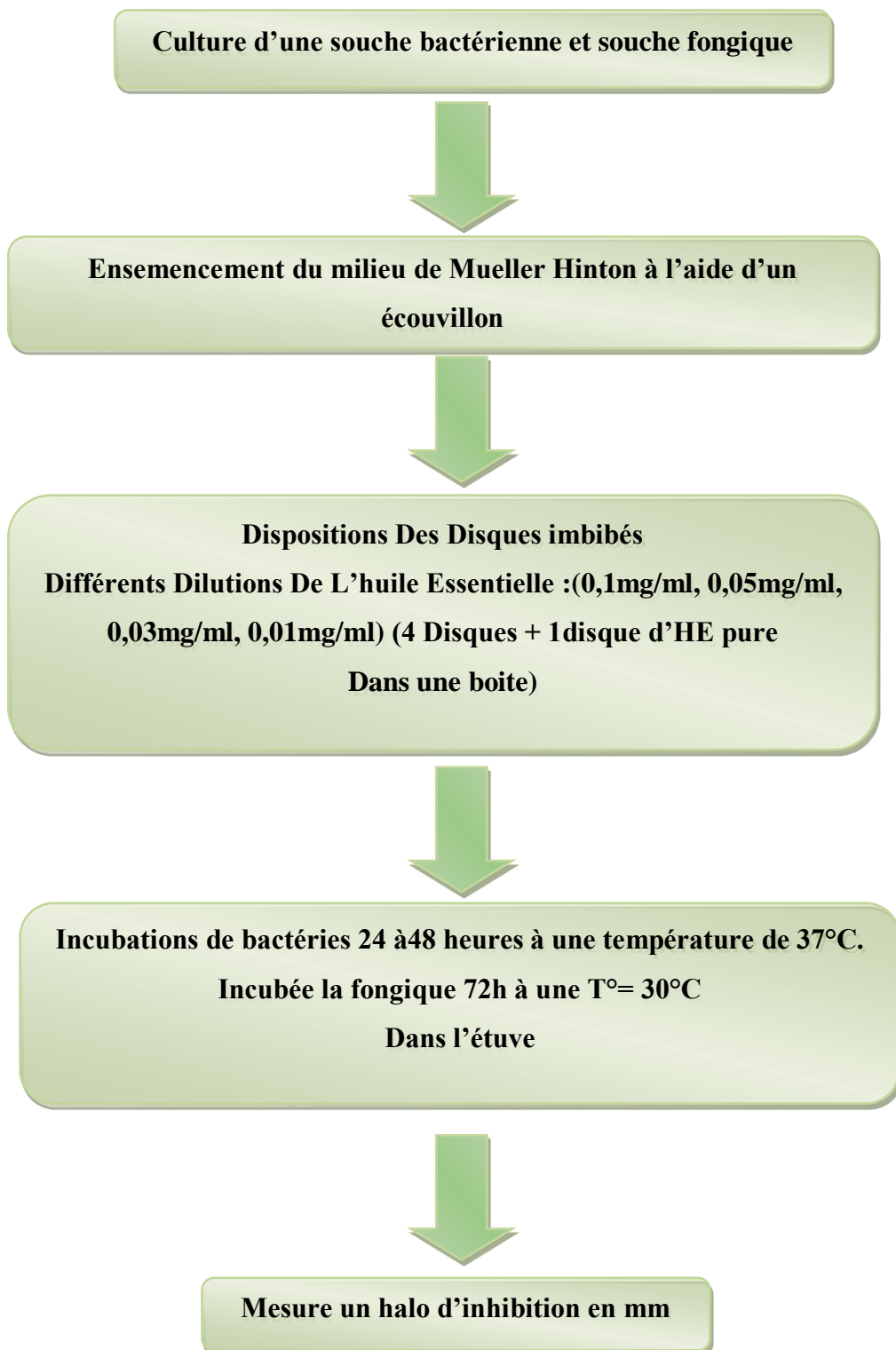
### 1.2.5. Activité antifongique

La souche fongique *candida albicans* sont cultivées sur le milieu sabouraud afin d'avoir suffisamment des spores .Ensuite, incubée à l'étuve 30°C pendant 24h.

Pour la réalisation de l'activité antifongique on a appliquée les mêmes étapes de l'activité antibacterienne ,Les boites incubées dans l'étuve 30°C pendant 3jour .comme indiquée dans la figure ci- dessous :



Récapitulation de toute les étapes résumée dans le plan suivant :



***RÉSULTAT***  
***ET***  
***DISCUSSION***

## 1. Résultats et discussion

### 1.1. Rendement des extractions

Le rendement de l'huile essentielle de *cinnamomum camphora* calculé comme suit :

$$R = ( P_{HE} / P_{MV} ) \times 100$$

$$P_{HE} : 3,7g$$

$$P_{MV} : 250g$$

Application numérique :

$$R = (3,7/250) \times 100$$

$$R=1,48\%$$

Ont résumé le résultat dans le tableau suivant :

**Tableau 5: Rendement de l'huile essentielle.**

L'huile essentielle	<i>Cinnamomum camphora</i>	Référence
Rendement%	1,48	La présence étude

### 1.2. pH

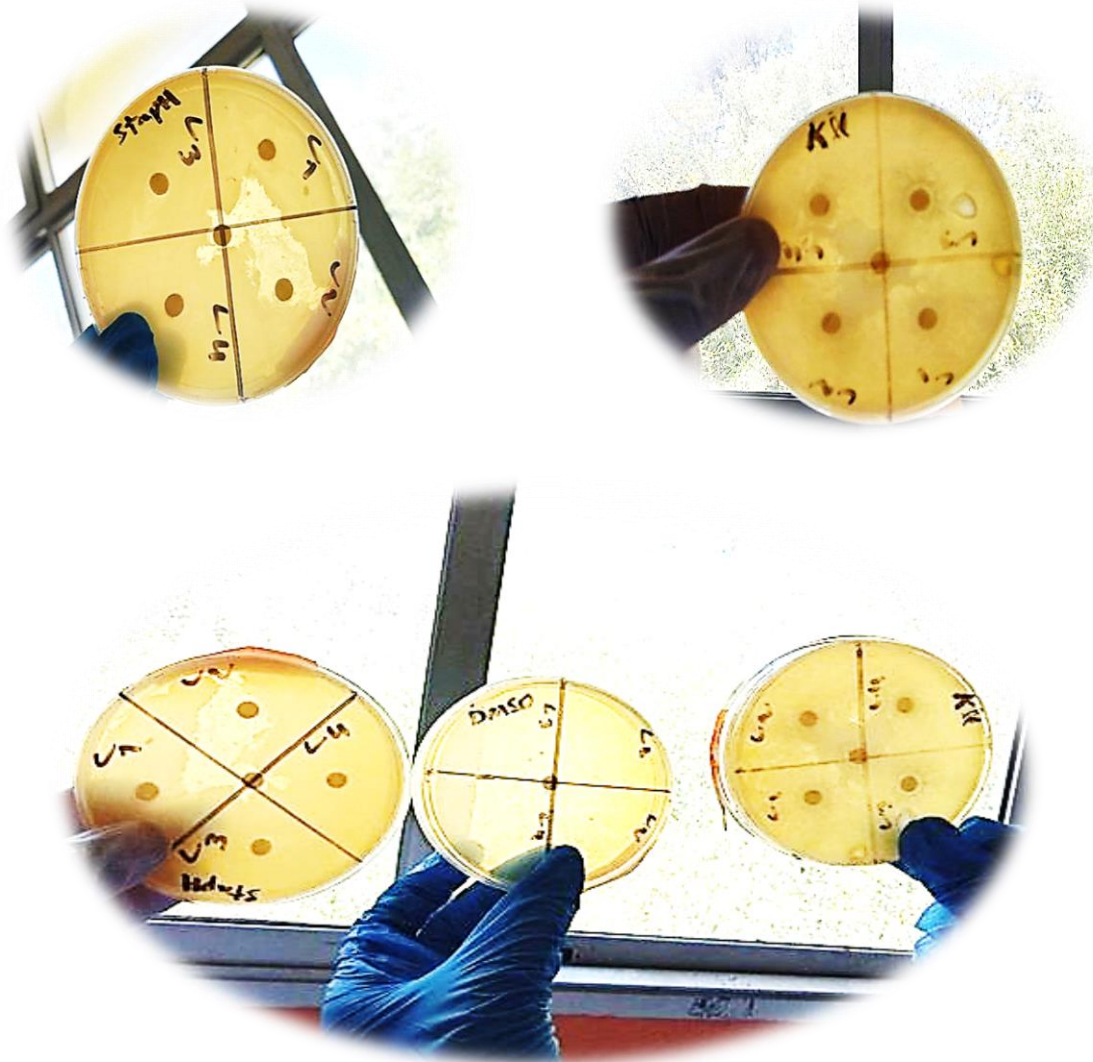
Le mesure de ph montré que l'huile essentielle de *Cinnamomum camphora* est acide (pH=6,52)(Figure25).



**Figure 25 : Détermination ph (photo personnelle).**

### 1.3. Activité antibactérienne

Après l'incubation des boîtes dans l'étuve pendant 48h, nous avons retirées et mesuré les diamètres des zones d'inhibitions en mm. (Figure 26).



**Figure 26 : L’effet d’inhibiteur de l’HE de *Cinnamomum camphora* sur la croissance des bactéries (photo personnelle).**

Les mesures des diamètres d’inhibitions ont été effectuées à l’aide d’une règle. Les différents diamètres sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 6: Les résultats de mesure des diamètres d’inhibitions en mm.**

Diamètres des zones d’inhibitions en mm						
Les souches		HE	C1	C2	C3	C4
	Témoins	pure	(0,1mg/ml )	(0,05mg/ml )	(0,03mg/ml)	(0,01mg/ml)
<i>S.aureus</i>	0	28	0	48	8	0
<i>k.pneumoniae</i>	0	42	14	15	11	14

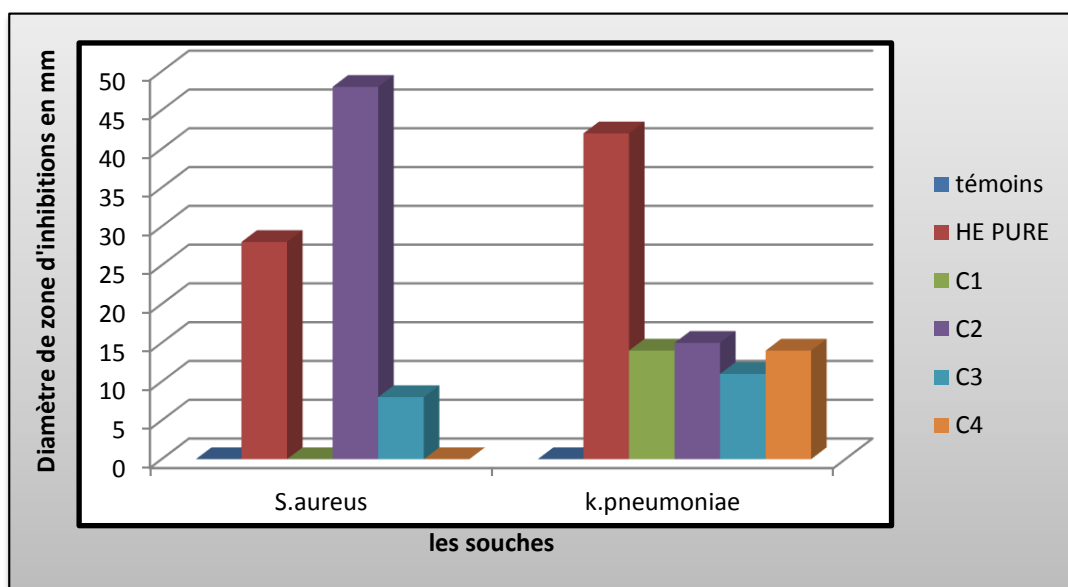


Figure 27 : Représentation graphique des diamètres des zones d'inhibition.

Le diamètre de la zone d'inhibition de l'huile essentielle de *C.camphora* variait de 8 à 48mm, Les résultats obtenus indiquent qu'HE de *C.camphora* possèdent un effet inhibiteur.

Le meilleur résultat obtenu est celui de l'huile essentielle avec une concentration de C2 sur la souche bactérienne *S.aureus* avec un diamètre d'environ 48mm et aussi HE pure sur la souche bactérienne *k.pneumoniae* avec un diamètre 42mm .

Selon les niveaux d'activité cités dessus on constate presque que toute les souches bactériennes testé sont sensibles d'HE.

Selon **Ponce et al., (2003)** l'échelle de l'estimation de l'activité antimicrobienne et classé comme suit :

- ✚ Extrêmement (+++) : plus de 20mm
- ✚ Très sensibles (++) : de 15mm à 19mm
- ✚ Sensibles (+) : 8mm à 14mm
- ✚ Non sensibles (-) : moins de 8mm

Tableau 7: Transcriptions des diamètres d'inhibition des dilutions d'huile essentielle de plante *Cinnamomum camphora*.

Les souches	Diamètres des zones d'inhibitions en mm					
	Témoins	HE Pure	C1 (0,1mg/ml )	C2 (0,05mg/ml )	C3 (0,03mg/ml)	C4 (0,01mg/ml)
<i>S.aureus</i>	-	+++	-	+++	+	-
<i>k.pneumoniae</i>	-	+++	+	++	+	+

D'après les résultats présentés dans les deux « tableaux 6 et 7 » et la « figure 27 » nous constatons que l'HE de *cinnamomum camphora* a une très bonne activité antibactérienne.

#### 1.4. Activité antifongique

D'après le résultat nous avons constaté que le *C.albicans* est très résistante au l'huile essentielle de *Cinnamomum camphora*.



Figure 28 : *Candida albicans* Après 72h d'incubation (photo personnelle).

# ***CONCLUSION***

## **Conclusion**

La présente étude nous a permis d'évaluer l'activité antibactérienne, antifongique des huiles essentielles d'une plante médicinale aromatique locale de la service commun de recherche, pôle de vulgarisation botanique au niveau de l'université de Skikda qui est *cinnamomum camphora* sur deux souches bactériennes *staphylococcus aureus*, *klebsiella pneumoniae* et une souche fongique *candida albicans*.

A travers nos analyses nous constaté que, l'extrait de HE des feuilles de *C.camphora* possède un pouvoir antibactérienne et antifongique très intéressant.

D'après les résultats obtenues dans ce travail, on peut dire que l'espèce *C.camphora* est réellement dotées d'un puissant pouvoir antibactérien et qu'elle peut se substituer efficacement aux antibiotiques de synthèse.

Cette opportunité ouvre la voie vers la mise en valeur de la plante et ces dérivés dans le développement économique durable et dans la création de la richesse renouvelable dans notre pays. Elle permet aussi la mise en valeur de l'exploitation des HE dans les domaines pharmaceutiques et cosmétiques en raison de leur composition chimique.

Référence BibliographiqueB

**Babu, K.N., Sajina, A., Minoo, D., John, C.Z., Mini, P.M., Tushar, K.V., Rema, J., Ravindran, P.N., 2003.** Micropropagation of camphor tree (*Cinnamomum camphora*). Plant Cell Tissue Organ Cult. 74, 179–183.

**Bekhechi, C., Atik-Bekkara, F., & Abdelouahid. D. E. (2008).** Composition et activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* d'Algérie. Phytothérapie, 6(3), 153-159.

**Berton H. (2001)** Sorcellerie en Auvergne : Sorciers, guérisseurs, médecine magiques et traditionnelles. Editions De Borée (Clermont-Ferrand), France: 288.

**Boost, M.V., et al.,** Isolation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) from retail meats in Hong Kong Foodborne Pathogens and Diseases, 2013. 10(8):p.705-10.

**Botineau, M., Pelt, J.M., (2010).** Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Ed. Tec & Doc.

**BOUKHATEM, M. N. FERHAT, A., & KAMELI, A. (2019).** Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielle : revue de littérature. Une, 3(4), 1653-1659.

**Boz I., Burzo I., Zamfirache M.M., Toma C., Padurariu C, 2009.** Glandular trichomes and essential oil composition of *Thymus pannonicus* All. (*Lamiaceae*). Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Biologie, 36-39p.

**Bruneton J(1999).** Pharmacognosie: phytochimie, plantes médicinales, 3ème Edition, TECet DOC .Lavoisier, Paris. P:483-574.

**Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition, Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 1120p.

C

**C.Adaoust.** L'utilisation des huiles essentielles à but thérapeutique n'est pas sans risque. Avant d'en inhaler, de vous en enduire ou d'en diffuser chez vous article, France 24/10/2018.

**Ch. EL KALAMOUNI.** Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées thèse doctorat, Toulouse. 13 Décembre 2010.

**Chenni, M. (2016).** Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic « *Ocimum basilicum* L.» extraite par hydro-distillation et par micro-ondes. Mémoire de doctorat, université d'Oran ,1.

**Conway Duever, L., (2000).** Floridata: *Cinnamomum camphora*.  
["http://www.floridata.com/ref/c/cinn\\_cam.cfm"](http://www.floridata.com/ref/c/cinn_cam.cfm).

**D**

**Deschepper R., (2017),** Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. Thèse de doctorat Université d'Aix, Marseille 172p.

**E**

**El Fertas-Aissani R., Messai Y., Alouache S., Bakour R. 2012.** Virulence profiles and antibiotic susceptibility patterns of *Klebsiella pneumoniae* strains isolated from different clinical specimens. PATBIO-3048; No. of Pages 8.

**F**

**Fessler, A.T. et al.,** Characterization of methicillin-resistant. *Staphylococcus aureus* isolates from food and food products of poultry origin in Germany. *Applied Environmental Microbiology*, 2011, 77(20): p 7151-7.

**G**

**Gahbiche S. (2009).** LA PHYTOTHERAPIE. Certificat Thalasso-thérapie, section hydro-thermo thalasso-thérapie. Sousse, pp: 07.

**Gauriat, E. (2015).** Accompagnement d'une rééducation physique post-traumatique par l'aromathérapie (Doctoral dissertation, éditeur inconnu).

**Gupta RK, 1993.** Arbres polyvalents pour l'agroforesterie et l'utilisation des friches. New Delhi, Inde : Oxford et IBH.

**H**

**Hamdani, D. (2012).** Action Des Poudres Et Des Huiles De Quelques Plantes Aromatiques Sur Les Paramètres Biologiques De La Bruche De Haricot *Acanthoscelides Obtecus* Say. *Coleoptera Bruchidae*. Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou. Mémoire En Vue De L'obtention De Magister En Sciences Biologiques. 97p.

**Hamidpour, R., Hamidpour, S., Hamidpour, M., Shahlari, M., 2013.** Camphor (*Cinnamomum camphora*), a traditional remedy with the history of treating several diseases. *Int. J. Case Rep. Image 4 (2)*,86. .

**I**

**Jiofack, T., Ayissi, I., Fokunang, C., Guedje, N., Kemeuze, V. 2009.** Ethnobotany and phytomedicine of the upper Nyong Valley forest in Cameroon *African Journal of Pharmacy and pharmacology 3 (4)*: 144-150.

**K**

**Kehrenberg. C. et al.,** Methicillin-resistant and susceptible *Staphylococcus aureus* strains of clonal lineages ST398 and ST9 from swine carry the multidrug resistance gene *cfr* *Antimicrobial Agents Chemotherapy*, 2009 53(2), p. 779-81.

**Khenaka, K.(2011).** Effet De Diverses Plantes Médicinales Et De Leurs Huiles Essentielles Sur La Méthanogénèse Ruminale Chez L'ovin. Diplôme De Magister En Microbiologie Appliquée, Université Mantouri Constantine. P19, 24

L

**Leon Le Minor, Michel Veron,** Bactériologie Médicale 2ème Edition Paris, 1989, 396- 795p.

**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).

M

**Makkar H.P.S., Siddhuraju P. Et Becker K.; 2007;** Plant Secondary Metabolites, Methods In Molecular Biology 393; Ed: Humana Press; P: 67-111.

**MANSOUR S., 2015** - Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales : Artemisia absinthium L, Artemisia herba alba Asso et Hypericum scarboides- Etude in vivo. Thèse de Doctorat, Univ. Mohamed BOUDIAF, Oran, 19p.

**Michat L.** Les huiles essentielles de Madagascar. De l'or en bouteille. Paris: Médicis; 2012.

**Milpied-Homsy, B. (Ed.). (2009).** Progrès en dermato-allergologie: Bordeaux 2009 (Vol. 15). John Libbey Eurotext.

N

**Nishida, S.; Naiki, A. et Nishida, T. 2005.**Morphological variation in leaf domatia enables coexistence of antagonistic mites in *Cinnamomum camphora* Can. J. Bot. 83(1):93-101.

O

**Ouali, T., et al. (2017).** "Evaluation in vitro des activités antioxydante et anti inflammatoire des huiles essentielles de l'écorce de Citrus limon."

P

**Paterson, G.K. E.M Harrison, and M.A Holmes,** The emergence of mecC methicillin-resistant Staphylococcus aureus. Trends in Microbiology, 2014, 22(1) p.42-7

**Pharmacopée européenne.** 9<sup>e</sup> édition. Strasbourg: Conseil de l'Europe; 2016.

**Ponce A.G., Fritz R., DelvalleC., Roura S.I., (2003).**Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. Lebensmittel Wissenschaft and Technologic 36:679-684.

**PURCHON, N.,** La bible de l'aromathérapie Edition Marabout, 2001.

R

**Raherimanjaka, W. 2006.** Technique de culture de quelques plantes aromatiques et médicinales. Fiche technique n°2. CITE. 39p.

**Rakotonanahary, M, (2012).** Thèse Présentée Pour L'obtention Du Titre De Docteur En Pharmacie Diplôme D'état, Université Joseph Fourier. P16, 19, 27, 28

**RANDRIAMAHALEO B.F., 2011**, Effets de la Variegation des feuilles sur La production d'huile essentielle de « Ravintsara » (*Cinnamomum camphora* L.), Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), Université d'Antananarivo -Faculté des Sciences-Département de Biologie et Ecologie Végétales, 58 pages.

**S**

**Seu-Saberno, M. Blakeway, J.** « Le mouse de chêne, une base de la parfumerie », Pour la science, Edition Française de Scientific American, 1984, Mai, 83.

**Shi, X., Zhang, C., Liu, Q., Zhang, Z., Zheng, B., Bao, M., 2016.** De novo comparative transcriptome analysis provides new insights into sucrose induced somatic embryogenesis in camphor tree (*Cinnamomum camphora* L.). *BioMed Cent. Genomics*17, 26–43.

**Siddiqui, S.A., Islam, R., Islam, R., Jamal, A.H.M., Parvin, T., Rahman, A., 2017.** Chemical composition and antifungal properties of the essential oil and various extracts of *Mikania scandens* (L.)Willd. *Arab. J. Chem.* 10, S2170–S2174.

**Storrs A, Storrs J, 1984.** A la découverte des arbres au Népal et dans l'Himalaya. Katmandou, Népal : Sahayogi Press.

**Sutour S. (2010).** Etude de la composition chimique d'huiles essentielles et d'extraits de menthes de corse et de kumquats these pour obtenir le grade de docteur de l'universite de corse discipline : chimie organique et analytique, page 8 ; 9 ; 10, 11.

**W**

**Walter, S., Judd, C. S., Campbell, E.A., Kellogg, Stevens, P., (2002).** Botanique systématique : Une perspective phylogénétique. De Boeck Supérieur.

**Wanyang S, Wei H, Guangyu W.** Study on chemical constituents of the essential oil and classification of types from *Cinnamomum camphora*. *Acta Bot. Sin.*1989;31(3):209-14.

**WILLEM, J.P.** Le guide des huiles essentielles pour vaincre vos problèmes de santé Editions LMV, 2002.

**Z**

**Zhang, G., Yan, X., Wu, S., Ma, M., Yu, P., Gong, D., Deng, S., Zeng, Z., 2020a.** Ethanol extracts from *Cinnamomum camphora* seed kernel: potential bioactivities as affected by alkaline hydrolysis and simulated gastrointestinal digestion. *Food Res. Int.* 137,109363.

**Zhang, Y., Xin, C., Cheng, C., Wang, Z., 2020b.** Antitumor activity of nanoemulsion based on essential oil of *Pinus koraiensis* pinecones in MGC-803 tumor-bearing nude mice. *Arab. J. Chem.* 13, 8226–8238.

**Zheng WJ, 1978.** Techniques sylvicoles pour les principaux arbres forestiers en Chine. Volume 1. Pékin, Chine ; Presse agricole de Chine.

*SITE WEB :*

"<https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Lauraceae>".

"<https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/1022/camphrier>".

"<https://monde-vegetal.fr/lauracees/>".

"<https://www.boutique-vegetale.com/p/camphrier-cinnamomum-camphora>".

"<https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-plante-medicinale-11529/>".

"<https://www.mutuelle-miltis.fr/guides/la-phytotherapie/>".