



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة البليدة 1

Université Saad Dahleb – Blida

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie

**MEMOIRE**

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Académique

**Filière:** biotechnologie

**Spécialité:** Biotechnologie et Valorisation des Plantes

**Thème:**

Effet antibactérien et antioxydant de l'huile essentielle des feuilles de l'eucalyptus "*Eucalyptus globulus L*" provenant de deux régions différentes d'Algérie

**Présenté par:**

- Boudiaf Amina
- Ahmed Toumiat Marwa

**Membre de Jury :**

Mme Belguendouz R	MCA	USDB	Présidente
Dr Semmar	Docteur	USDB	Examinatrice
Mme Ghanai R	MCB	USDB	Promotrice

**Année universitaire:**

**2022/2023**

## Remerciements

Nous tenant d'abord à remercier Dieu le tout-puissant de nous avoir donné la force, la santé, le courage et la patience de continuité ce travail.

Nous exprimions notre profonde gratitude à mon encadreuse **Mme Ghanai R**, pour tous les efforts qu'elle a consentie tout long de l'élaboration de ce travail. Ses encouragements, et ses précieuses conseillent.

Nous remercions tous les membres de jury

**Mme Belguendouz R** qui a accepté de présider le jury;

**Dr Semmar** pour l'intérêt qu'elle donne pour examiner notre travail.

Nous tenant à remercier profondément **Mr Hamid Chikhi** et **Mr Brahma Mohamed** de l'entreprise d'extraction des huiles essentielles Bio.Extrapamal de leur grand soutien.

Nous remercions le personnel de laboratoire d'analyse médicale **Dr Nait Tahar** Oued Alleug Blida et laboratoire de recherche des plantes médicinale et aromatiques de l'université de Blida. Pour nous avoir donné les aides, conseils et l'occasion extraordinaire de réaliser notre travail

À la fin, un grand merci à tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'autres, de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

À tous nos collègues du master de la promotion 2022-2023.

**Merci à tous**

## Dédicace

Je souhaite rendre grâce à Dieu, Qui m'a donné la volonté et la patience durant ces longues années d'étude afin que je puisse arriver à ce stade.

Je dédie ce modeste travail :

À ceux qui ont sacrifié leur vie pour moi, à ceux qui m'ont donné leur amour, à ceux qui m'ont encouragé et soutenu pour réaliser mon rêve et aller toujours en avant

Mes très chers parents, que Dieu les protège pour moi.

À mon père "Mohamed" qui m'a entouré d'amour, d'affection et qui fait tout pour ma réussite.

À ma source de bonheur, la prunelle de mes yeux, ma mère "Aïcha".

À mes chères sœurs que j'aime du fond de mon cœur :

Ilham, Nour elle Houda et Mona.

À mon très cher frère : Khaled

Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et Dieu te protégera pour moi.

À toute ma famille et mes proches, qu'ils m'ont encouragé même avec un mot gentil.

À tous ceux que j'aime, que je respecte et mes amies qui ont rendu ma vie agréable et pleine de bons souvenirs.

**Amina**

## Dédicace

Je souhaite rendre grâce à Dieu, Qui m'a donné la volonté et la patience durant ces longues années d'étude afin que je puisse arriver à ce stade.

Je dédie ce modeste travail :

À ceux qui ont sacrifié leur vie pour moi, à ceux qui m'ont donné leur amour, à ceux qui m'ont encouragé et soutenu pour réaliser mon rêve et aller toujours en avant

Mes très chers parents, que Dieu les protège pour moi

Qui m'a entouré d'amour, d'affection et qui fait tout pour ma réussite, que Dieu le garde pour moi

À mon père "Benaicha"

À ma source de bonheur, la prunelle de mes yeux

Ma mère "Radhia"

Pour cet encouragement et son soutien

À ma sœur "chahinez"

Que Dieu les protège pour moi

À toute ma famille et mes proches, qu'ils m'ont encouragé même avec un mot gentil

À tous ceux que j'aime, que je respecte et mes amies qui ont rendu ma vie agréable et pleine de bons souvenirs

**Marwa**

## Résumé

*Eucalyptus globulus L* est une plante médicinale très connue dans le monde et en Algérie. Cette espèce est caractérisée par ses propriétés pharmacologique, aromatiques, et utilisées en agriculture et en industrie alimentaire. Ce travail consiste à valoriser l'espèce récolté dans deux localité différent d'Algérie (Blida, Tipaza). L'extraction de l'huile essentielle des feuilles de l'espèce, a été réalisé par hydrodistillation. Les résultats obtenus montrent l'obtention d'un rendement très faible pour les deux localité (1.2% pour Blida et 1.4% pour Tipaza). L'évaluation de l'activité antibactérienne d'huile essentielle, in-vitro vis-à-vis de trois souches bactériennes est effectuée par la méthode la diffusion sur le milieu nutritif (aromatogramme). Les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle de l'espèce de la région de Blida exerce une activité antibactérienne importante sur les deux souche *Staphylococcus aureus* ( $15.38 \pm 1.89$ ), *Escherichia coli* ( $12.00 \pm 1.23$ ), contrairement à *salmonella* qui montre une résistance ( $6.50 \pm 0.79$ ). L'huile essentielle de la plante récoltée à Tipaza se caractérise par une activité antibactérienne plus faible sur la croissance de *s. aureus* et de *salmonella* ( $<6$ ) par rapport à la souche *E. coli* qui révéla une résistance ( $6.25 \pm 0.66$ ). L'activité antioxydante a été évalué par la méthode de réduction du radical libre (DPPH). Les résultats obtenus montrent que l'acide ascorbique et l'huile essentielle d'*E. globulus* de la région de Blida possèdent des activités anti radicalaire importantes ( $IC_{50} = 419,186 \mu\text{g/ml}$  et  $592,429 \mu\text{g/ml}$  respectivement), comparativement à celui de l'huile essentielle d'*E. globulus* de la région de Tipaza ( $IC_{50} = 750,333 \mu\text{g/ml}$ ).

**Mots clés :** *Eucalyptus globulus L*, Huile essentielle, hydrodistillation, activité antibactérienne, activité antioxydant.

## Abstract

The *Eucalyptus globulus* L, which is a very well-known medicinal plant in the World and in Algeria. This plant characterized by its pharmacological and aromatic properties, which have been used in agriculture and the food industry. This work consists in valorizing the species collected in two different localities of Algeria (Blida, Tipaza). The essential oil extraction from the leaves of the species was performed using hydrodistillation, The results obtained show the obtaining of a very low yield for the two localities (1.2% for Blida and 1.4% for Tipaza). The antibacterial activity of these oils was evaluated in vitro against three bacterial strains using the diffusion method on the nutrient medium (aromatogram). The results revealed that the essential oil from the Blida region exerting significant antibacterial activity against the two strains *Staphylococcus aureus* ( $15.38 \pm 1.89$ ) and *Escherichia coli* ( $12.00 \pm 1.23$ ), while showing resistance against the *Salmonella* strain ( $6.50 \pm 0.79$ ), unlike *salmonella* which showed resistance. the essential oil of the plant harvested in Tipaza is characterized by a weaker antibacterial activity against *S. aureus* and *Salmonella* ( $<6$ ), and only displayed resistance against *E. coli* ( $6.50 \pm 0.66$ ). The antioxidant activity was assessed using the free radical reduction (DPPH) method. The results obtained show that ascorbic acid and *E. globulus* essential oil from the Blida region have significant anti-radical activities ( $IC_{50} = 419.186 \mu\text{g/ml}$  and  $592.429 \mu\text{g/ml}$  respectively), compared to that of the *E. globulus* essential oil from the Tipaza region ( $IC_{50} = 750.333 \mu\text{g/ml}$ ).

**Keywords:** *Eucalyptus globulus* L, essential oil, hydrodistillation, antibacterial activity, antioxidant activity.

## ملخص

الكافور (*Eucalyptus globulus L*) هو أشهر نبات طبي في العالم وفي الجزائر، هذا النوع يتميز بخصائصه الدوائية والعطرية، وقد استخدم في الزراعة وصناعة الأغذية. هذا العمل يتكون في تثمين النوع الذي تم جمعه في منطقتين مختلفتين من الجزائر (بليدة، تيبازة). تم استخراج زيت الأساسي من أوراق النوع باستخدام تقنية التقطير بالماء، بينت النتائج الحصول على محصول منخفض جدا في المنطقتين (1.2% في البليدة و 1.4% لتيبازة). تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لهذه الزيوت في المختبر ضد ثلاث سلالات بكتيرية باستخدام طريقة الانتشار على وسط المغذيات (أروماتوغرام). أظهرت النتائج أن زيت الأساسي في منطقة البليدة يمتلك نشاطاً مضاداً للبكتيريا مهماً ضد السلالتين *Staphylococcus aureus* ( $1.89 \pm 15.38$ ) وسلالة *Escherichia coli* ( $\pm 12.00$ )، بينما أظهر مقاومة أمام سلالة *Salmonella* ( $0.79 \pm 6.50$ ). يتميز الزيت العطري للنبات الذي يتم حصاده في تيبازة بضعف نشاط مضاداً للبكتيريا ضد *S. aureus* و *Salmonella* (<6)، وأظهر فقط مقاومة أمام *E. coli* ( $0.66 \pm 6.25$ ). تم تقييم النشاط المضاد للأوكسدة باستخدام طريقة امتصاص الراديكال الحر (DPPH). أظهرت النتائج أن بحمض الأسكوربيك و زيت الكافور من منطقة البليدة يمتلكان نشاطاً مضاداً للأوكسدة مهماً

مقارنة بزيت الكافور في منطقة تيبازة  
IC<sub>50</sub> = 419.186 µg/ml ، على التوالي)، مقارنة بزيت الكافور في منطقة تيبازة  
(IC<sub>50</sub>= 750.333 µg/ml)

**الكلمات المفتاحية:** *Eucalyptus globulus* ، تقطير بالماء، زيت الأساسي ، نشاط مضاد للبكتيريا،  
النشاط المضاد للأوكسدة.

## Listes des figures

<b>Figure 01:</b> Les parties aériennes de <i>Eucalyptus globulus</i> L .....	5
<b>Figure 02 :</b> Glande sécrétrice chargée d'huile essentielle d'une fleur de lavande .....	8
<b>Figure 03:</b> Principe et montage de l'appareil à entraînement par vapeur d'eau .....	11
<b>Figure 04:</b> Schéma de l'extraction par hydrodistillation .....	11
<b>Figure 05:</b> Carte géographique de la station d'étude .....	15
<b>Figure 06:</b> Rendement en HEs d' <i>E. globulus</i> des deux régions .....	19
<b>Figure 07 :</b> pourcentage d'inhibition des huiles essentielles et de la vitamine C .....	21
<b>Figure 08 :</b> Représentation de l'inhibition du radical DPPH par l'estimation des valeurs d'IC50 des deux régions d'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	22
<b>Figure 09 :</b> le poids de la quantité disponible de la matière végétale en Kg pour chaque région.	
<b>Annexe2</b>	
<b>Figure 10 :</b> Montage d'hydrodistillation employé pour l'extraction de l'huile essentielle .....	<b>Annexe 2</b>
<b>Figure 11:</b> la séparation d'huile essentielle d' <i>E. globulus</i> par la décoction .....	<b>Annexe 2</b>
<b>Figure 12 :</b> Préparation de suspension des souches bactériens étudié .....	<b>Annexe 3</b>
<b>Figure 13 :</b> Ensemencement des souches étudié .....	<b>Annexe 3</b>
<b>Figure 14 :</b> Dépôts des disques imbibé d'huile essentielle d' <i>E. globulus</i> .....	<b>Annexe 3</b>
<b>Figure 15:</b> l'effet antibactérien de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i> L de la région de Blida et l'eau distillée (ED) comme un témoin négatif .....	<b>Annexe 5</b>
<b>Figure 16 :</b> l'effet antibactérien de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i> L de la région de Tipaza et l'eau distillée (ED) comme un témoin négatif .....	<b>Annexe 5</b>
<b>Figure 17 :</b> l'effet antioxydant de l'HE d' <i>Eucalyptus globules</i> des deux régions et le vitamine C comme un témoin positif .....	<b>Annexe 6</b>





## Liste des tableaux

<b>Tableau 01:</b> Systématique de l'espèce <i>E. globulus</i> selon AGPIII .....	4
<b>Tableau 02:</b> Quelques usages traditionnels d' <i>E. globulus</i> .....	6
<b>Tableau 03 :</b> caractéristiques de deux différentes localités de Récolte de la plante étudiée .....	14
<b>Tableau 04:</b> souche bactérienne testées .....	15
<b>Tableau 05:</b> Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle .....	20
<b>Tableau 06:</b> Diamètres des zones d'inhibitions d'HE d' <i>eucalyptus globulus L</i> des deux régions .....	20
<b>Tableau 07 :</b> Matériel non biologique et produit de laboratoire .....	<b>Annexe 1</b>
<b>Tableau 08:</b> Rendement de l'huile essentielle d' <i>E. globulus</i> obtenue .....	<b>Annexe 4</b>
<b>Tableau 09 :</b> pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) par les deux huiles essentielles	<b>Annexe6</b>

## Liste des abréviations

**APG III:** Angiosperms Phylogeny Groupe

**AFNOR:** Association Française de Normalisation

**EDQM :** La Direction Européenne de la Qualité du Médicament

***E. globulus:*** *Eucalyptus globulus*

**HE:** huile essentielle

***E. coli:*** *Escherichia coli*

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

**MH:** Muller Hinton

**DPPH:** 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

**IC50:** Concentration inhibitrice à 50%

**BHA:** le butylhydroxyanisole

**BHT:** le butylhydroxytoluène

# *Sommaire*

# Table des matières

- ✚ Remerciement
- ✚ Dédicace
- ✚ Résumé
- ✚ Liste des figures
- ✚ Liste des tableaux
- ✚ Liste d'abréviation

- **Introduction** ..... 1

## **Partie 1: Synthèse Bibliographique**

### **Chapitre I : *Eucalyptus globulus***

1. <i>Eucalyptus globulus</i> .....	3
2. Historique .....	3
3. Classification .....	4
4. Description botanique .....	4
5. Composition chimique .....	5
6. Utilisation .....	6
7. Toxicité .....	7

### **Chapitre II : les huiles essentielles**

1. Définition .....	8
2. Répartition et localisation .....	8
3. Propriétés .....	9
3.1. Propriétés Physiques .....	9
3.2. Propriétés chimiques .....	9
4. Rôle dans la plante .....	9
5. Compositions chimiques .....	10
5.1. Composé aromatique .....	10
5.2. Terpénoïdes .....	10
6. Techniques d'extraction .....	10
6.1. Entraînement à la vapeur .....	10
6.2. Hydrodistillation .....	11
6.3. Autre procédés .....	12
7. Variabilité et notion chémotype .....	12
8. Activité biologique .....	12
9. Activité antibactérienne .....	12
10. Activité antioxydante .....	13

## Partie 2: expérimentale

### Chapitre I : Matériel et Méthodes

1. Matériels.....	14
1.1. matériel non biologique .....	14
1.2. matériel végétal .....	14
1.2.1. présentation des localités de récolte .....	14
1.3. les souches bactériennes .....	15
2. Méthode d'étude .....	15
2.1. Extraction des HEs .....	
2.1. Détermination du rendement .....	16
2.3. Evaluation de l'activité antibactérienne .....	16
2.4. Evaluation de l'activité antioxydante .....	18

### Chapitre II : Résultats et discussions

1. Rendement en huile essentielle .....	19
2. Caractéristiques organoleptiques .....	20
3. Activité antibactérienne .....	20
4. Activité antioxydante .....	21
• <b>Conclusion</b> .....	23
• <b>Référence bibliographique</b> .....	24

### Annexes

# *Introduction*

Depuis des milliers d'années la médecine traditionnelle pour l'humanité a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies, ces plantes constituent une source importante de molécules bioactives qui ont l'avantage et ils possèdent des propriétés biologiques très intéressantes, qui trouvent application dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et l'agroalimentaire (**Bibi et al., 2014 ; Bouzabata, 2015 ; Ouis, 2015 ; Attou, 2018**).

Les propriétés médicinales des plantes ont été recherchées par de nombreuses études à travers le monde, grâce à leur faible toxicité et leur caractère économique (**Auddy et al., 2003**). Les plantes représentent une source inépuisable des remèdes traditionnels et efficaces grâce aux principes actifs qu'elle contient : alcaloïdes, flavonoïdes, hétérosides, saponines, quinones, vitamine et huiles essentielles ...etc (**Chaib, 2020**), qui peuvent efficacement inhiber la croissance des bactéries et lutter contre les infections bactériennes, ce qui est un domaine de recherche important pour le développement de nouvelles thérapies antibactériennes en plus des antibiotiques (**El Amri et al., 2014**). Comme le cas de la famille des myrtacées.

De nombreuses myrtacées ont été introduites en Algérie pour le reboisement. C'est notamment le cas des *eucalyptus*. Ce genre comprend plus de 500 espèces différents, parmi toutes les espèces, *Eucalyptus globulus* qui est une espèce d'origine de Tasmanie est bien acclimaté en Algérie, cet arbre à croissance rapide s'est parfaitement adapté au climat méditerranéen et aux régions chaudes grâce à sa propriété d'assécher les terres humides (**Koziol, 2015**). Cette espèce a été utilisée traditionnellement en raison des diverses propriétés médicinales qu'elle exhibe comme un remède naturel contre la toux, la grippe, et notamment comme anti-inflammatoire. Beaucoup d'études soulignent ses propriétés anti-oxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires, anti-infectieuses, antispasmodiques... (**Bey, 2014 ; Boukhatem et al., 2017**).

Les réactions d'oxydation observées dans les produits alimentaires, sont responsables de l'apparition de saveurs désagréables, de perte de couleur et de la diminution des qualités organoleptiques et nutritionnelles. Ceci conduit à des problèmes majeurs en industrie agroalimentaire (**Cheriot, 2007**). Un autre problème qui touche la santé publique est l'émergence et la diffusion de la résistance des bactéries aux antibiotiques, suite à l'utilisation massive et parfois abusive de ces derniers (**El Amri et al., 2014**). Par conséquent les consommateurs ont accentué la pression sur les recherches de nouveaux antibiotiques contre les germes pathogènes (**Fisher et Phillips, 2008**), et a incité les scientifiques à recourir à la phytothérapie, dans le but d'avoir des molécules naturelles aux propriétés antioxydantes et antibactérienne (**Bey, 2014 ; Hellali, 2016**).

En effet, il est bien connu que les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques possèdent des propriétés biologiques diverses et intéressantes par leur composition chimique riche en composés terpéniques et en composés non terpéniques (**Cohen, 2013**). Elles constituent une grande source d'agent antibactérien et antioxydant naturel (**Tyagi et al., 2010 ; Hellali, 2016**).

Parmi les huiles essentielles utilisées en médecine, en cosmétique et aussi en industrie alimentaire, on retrouve celle des feuilles de *Eucalyptus globulus* (**Tyagi et al., 2010**). Elles ont des propriétés antiseptiques, anti-inflammatoires (**Hasegawa et al., 2007**), et antioxydantes par leur composition riche en 1,8-cinéole (**Akolade et al., 2012**). Cependant, selon certains auteurs (**Koziol, 2015**) il existe une variabilité à niveau de leur composition chimique. Cette variabilité peut dépendre également, de la localisation géographique de la plante utilisée, des conditions climatiques (la



température, le taux d'humidité...), de la nature du sol (**Djenane et al., 2011 ; Duval, 2012 ; Soro et al, 2015**).

Dans ce contexte le présent travail consiste à l'évaluation des propriétés antioxydante et antibactérienne d'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus* L provenant des deux régions différentes d'Algérie.

Notre travail comprend deux parties, la première partie présente la recherche bibliographique qui divisée deux chapitres, nous avons commencé par une description de la plante et de ses compositions tout en rappelant les travaux antérieurs réalisés sur l'*Eucalyptus globulus*. Ensuite, nous avons procédé à la généralité sur les huiles essentielles, leur localisation, leurs propriétés, leur composition, leur extraction, ainsi que leur domaine d'utilisation...etc.

La deuxième partie correspond à l'étude expérimentale d'activité antibactérienne et antioxydante dans laquelle nous envisageons le matériel utilisé et les procédés méthodologiques suivant par la présentation des résultats obtenus et la discussion.

Ce travail se termine par une conclusion générale avec quelques perspectives.

*Partie 1:*  
*Synthèse*  
*bibliographique*

# Chapitre I.

*Eucalyptus Globulus L*

## 1. *Eucalyptus globulus*

Il existe environ 800,000 à 1.500.00 espèces végétales, 10 %, seulement, sont dites aromatiques, selon les botanistes. Dans un nombre limité des familles comme: les *Myrtaceae* et les *Poaceae*... (**boukhatem et al., 2019**). Parmi ces plantes aromatiques on retrouve *L'eucalyptus globulus*. *Eucalyptus globulus* est l'un des plus largement distribués au monde qui a été découverte par le botaniste Français La Billardièrre en 1792 dans les îles de Tasmanie, après cela, il a été introduit dans de nombreux pays, y compris en Algérie, est principalement cultivée pour sa production de bois (**Curir et al., 1995; Koziol, 2015; Boukhatem et al., 2017; Pauline, 2019**).

*L'Eucalyptus globulus* ou arbre à fièvre est une espèce aromatique le plus connu, elle caractérisé par une croissance rapide, une forte capacité d'adaptation à tous les climats, une feuille large à croissance rapide 30 à 35 cm et une haute peuvent mesurer 30 à 60 m ou il peut atteindre jusqu'à 100 m dans certains cas (**Koziol,2015**).

C'est actuellement l'espèce la plus importante dans la végétation mondiale et les plus représentée de la pharmacopée internationale, car elle est une source importante d'huile essentielle (la meilleure qualité des HES) et des propriétés biologiques (**Curir et al, 1995**).

## 2. Historique

Le terme *Eucalyptus* a été utilisé pour la première fois en 1777 par un botaniste Français, Charles-Louis et été publiée en 1971 par Pryor et Johnson (**Koziol, 2015**). *Eucalyptus* est un très grand arbre aromatique qui possède une capacité de croissance rapide ainsi que l'adaptabilité à différents sols et climats (**Curir et al., 1995**). On dénombre aujourd'hui plus de 800 espèces différentes d'*Eucalyptus* d'origine d'Australie, mais on en retrouve également en Amérique du Sud, en Afrique et en Europe, où ils ont appris à s'acclimater (**Koziol, 2015**).

Son introduction en Algérie fut par les français en 1860. (**Bouras, 2005**) La plantation massive de ces arbres ne se fera qu'à partir de 1950. (**Benazzeddine, 2010**) Grâce à leur facilité d'adaptation, les espèces *E. globulus*, *E. camaldulensis*, *E. gomphocephala*, sont les plus répandues dans la région méditerranéenne (**Benazzeddine, 2010**).

Pendant les années 60 et 70, les reboisements à base d'*eucalyptus* ont concerné notamment l'Est (El-Kala, Annaba, Skikda), le Centre (Tizi-Ouzou, Baïnem) et l'Ouest (Mostaganem) et ceci afin de répondre aux besoins nationaux en produits ligneux et papetiers. Ils l'appellent des noms populaires selon la région ex: Calitouss, Calibtus, Kafor (**Bouras, 2005**).

Ensuite les chercheurs découvrirent la richesse des feuilles d'*E. globulus* avec des principes actifs tels que l'eucalyptol et possède des activités biologiques diverses et importantes, j'ai utilisé la première fois en 1930 par un pharmacien français pour fabrications des médicaments, de produits cosmétique et de nombreuses autre applications (**Koziol, 2015**).

### 3. Classification

Le terme *Eucalyptus* dérivé du grec: Eu= bien ou bon; Kalypto = couvert et protège (Foudil, 2005). La classification scientifique réalisée par l'APG III comme le tableau suivant.

**Tableau 01:** Systématique de l'espèce *E. globulus* L selon APG III.

Classification	Espèce
Règne	Plantes
Embranchement	Spermatophytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicots
Ordre	Myrtales
Famille	Myrtaceae
Genre	<i>Eucalyptus</i>
Espèce	<i>Eucalyptus globulus</i> L

Il noms français ou vernaculaires: *E. globuleux*, *gommier bleu*, *E. bleu*, *arbre à fièvre*, *E. commun*, *E. officinal* et *arbre au koala*.

### 4. Description botanique

L'*Eucalyptus globulus* L appartient à la famille des *Myrtaceae* d'origine australienne. Pousse surtout dans les régions chaudes. Il a néanmoins besoin d'une grande quantité d'eau pour croître et elle aussi adaptée à différent des sols et climats (Boukhatem et al., 2017) (figure 01).

*Eucalyptus globulus* est un très grand arbre aromatique (a) atteint à 50 m jusqu'à 100 m, au tronc est lisse et grisâtre (b), ses racines s'étendent très horizontalement jusqu'au sol qui porte des rameaux dressés également (Benazzeddine, 2010).

Les majorités des feuilles (c), persistantes, ont la particularité d'être totalement différentes selon l'âge du rameau qui les porte. Les feuilles des arbres matures sont alternes, étroites et d'un vert foncé luisant ces feuilles matures renferment de nombreuses poches sécrétaires peuvent atteindre 25 cm de long. Elles sont riches en huile essentielle responsable des propriétés thérapeutiques. Les feuilles (f) poussent sur des tiges cylindriques et mesurent de 15 à 35 cm de long (boukhatem et al., 2017). Fleurs sont visibles au printemps et très variées (d), naissent à l'aisselle des feuilles. Le calice à la forme d'une toupie bosselée dont la partie large est couverte par un opercule qui se détache au moment de la floraison laissant apparaître de nombreuses étamines qui peuvent être de couleur blanc crème (Benazzeddine, 2010 ; Koziol, 2015).

Enfin, les fruits **(e)** sont de grosses capsules d'un diamètre 1,5 à 2,5 cm. à maturité, le fruit est brun et s'ouvre légèrement, libérant de petites graines **(f)** (Pauline, 2019).



a. Arbre.

b. Tronc.

c.

Feuille, fleur, fruit.



d. Les fleurs de couleur crème.

e. Jeunes fruits.

f. Les graines et les feuilles.

**Figure 01:** Les parties aériennes de l'*E. globulus L* <https://www.gettyimages.fr/> (consulté le 25/03/2023).

## 5. Composition chimique

La famille *Myrtacées* comme d'autres familles des plantes médicinales, caractérisées par production abondante d'huiles essentielles comme l'arbre *Eucalyptus globulus* (Bouras, 2018). L'huile essentielle d'*E. globulus* est 100 % naturelles et non diluées. D'une couleur jaune à jaune pâle et dégage une forte odeur et camphrée (Kozioł, 2015).

Ce dernier est obtenu par entraînement à la vapeur d'eau ou Hydrodistillation des feuilles dont la composition chimique est basée sur différents facteurs biotiques et abiotiques. Cependant, certains composants sont presque statiques toujours présent, mais à des rythmes différents (Havkin-frenkel et dudai, 2016). Son constituant principal est le 1,8-cinéole ou eucalyptol qui est considéré comme le composé essentiel de plusieurs espèces d'*Eucalyptus* : *E. viridis*, *E. salubris*, *E. globulus* et *E. camaldulensis*... Etc. Il a des propriétés antibactériennes, antiseptiques et cicatrisantes...Etc., suivi par  $\alpha$ -pinène, qui est un allergène très puissant,  $\beta$ -pinène, aromadendrane, globulol,  $p$ -cymène,  $\alpha$ -terpinéol est un anti-infectieux polyvalent et bien toléré, et parfois le limonene (Curir et al., 1995 ; Boukhatem et al., 2017).

## 6. Utilisation

L'*Eucalyptus globulus L* jouent un rôle essentiel dans de nombreux domaines, tels que la médecine, la parfumerie, l'industrie cosmétique et la fabrication de produits ménagers depuis l'Antiquité, soit en utilisant la plante entière ou ses principes actifs. Voici quelques exemples de ses utilisations:

**Tableau 02:** Quelques usages de l'utilisation d'*E. globulus*.

Usage	Traitement	Référence
<b>En application cutanée ou par voie orale</b>	Traiter les maladies de toutes les infections respiratoires (la grippe, de nez bouché, la fièvre, la toux...etc.), ainsi que le traitement nerveux, infections urinaires, accélérer le temps de cicatrisation, également calmer les douleurs musculaires et rhumatismales.	<b>Koziol (2015); Boukhatem et al., (2017); bey (2014); Pauline (2019).</b>
<b>En inhalation</b>	Elle calme les rhinites et les sinusites et aide également à lutter contre l'asthme par utiliser quelques gouttes de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> avec l'eau très chaud (fumigation).	<b>Koziol (2015); Boukhatem et al., (2017).</b>
<b>Désinfection</b>	désinfecter les plaies, les ulcères de la peau ou les brûlures superficielles et pour aussi pour la désinfection atmosphérique au niveau des hôpitaux pour combattre les maladies et les contaminations (diffusion dans l'air).	<b>Boukhatem et al.,(2017).</b>
<b>En cosmétiques et parfumerie</b>	La fabrication d'industrie des produits cosmétiques (à doses inférieures à 25 %) comme fabrication de rince-bouche, dentifrices, de parfums, des produits de bain et soin et les produits de nettoyage, Industrie papetière, Grâce à continu des principes actifs (L'HE) et propriété biologique (antipyrétique, antiseptique, antiparasitaire, antimicrobienne, antioxydant, anti-inflammatoire).	<b>Boukhatem et al., (2017).</b>
<b>En agriculture et agro-alimentaire</b>	la conservation d'aliments ou comme bio-insecticide contre les moustiques et les mouches domestiques.	<b>Koziol (2015).</b>

L'huile essentielle d'*eucalyptus globulus* a des grands bienfaits, mais elle n'est pas sans risques, c'est une substance toxique si vous dépassez les doses limitées (la quantité de gouttes dépend de

l'état de santé de l'utilisateur), donc doit être utilisé avec prudence, à des doses limitées et toujours tester avant l'application dans le pli du coude.

## 7. Toxicité

L'huile essentielle *d'Eucalyptus globulus L* est connue pour avoir des propriétés médicinales bénéfiques, sont de plus en plus utilisées par les professionnels de santé, mais également par des personnes qui ne sont pas formées à l'aromathérapie. **(Koziol, 2015)** Il est important de comprendre que l'utilisation inappropriée ou excessive de l'HE *d'E. globulus* peut causer des effets indésirables, y compris la toxicité. En France, l'huile essentielle *d'Eucalyptus globulus* est classée en 3<sup>ème</sup> position dans le tableau des poisons **(Koziol, 2015)**, cela est dû à plusieurs facteurs comme la composition, le surdosage, la durée, la fréquence, l'âge et la santé de la personne.

Les huiles essentielles sont principalement toxiques si ingérées. Cette haute toxicité est due à la présence élevée de 1,8-cinéole et d' $\alpha$ -pinène. Il provoque des allergies à certains patients comme: en cas d'asthme, d'épilepsie, d'allergie, car elles peuvent provoquer des convulsions, des brûlures gastriques, des nausées et vomissements, de la tachycardie ainsi qu'une hypertension, des suffocations et une parésie cérébrale. De plus, des doses 10 à 30 ml sont suffisantes pour rendre l'HE fatale chez l'homme. **(Koziol, 2015)**

Aussi, il est interdit pour les femmes enceintes ou allaitantes et pour les enfants de moins de 7 ans et nourrissons. **(Koziol, 2015)**

L'huile essentielle *d'Eucalyptus globulus* peuvent offrir de nombreux avantages pour la santé, il est important d'utiliser correctement avec prudence et de suivre les directives de dosage (pas utilisées à fortes doses ou aux pures), il est préférable d'utiliser de petites quantités par voie topique et diluées ou de consulter un médecin ou un spécialiste pour obtenir des conseils avant d'utiliser pour éviter les effets indésirables et la toxicité. **(Koziol, 2015)**





# Chapitre *II*.

## **Les Huiles Essentielles**

## 1. Définition

La Direction Européenne de la Qualité du Médicament (EDQM) (2009) définit l'huile essentielle comme "Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première véritable botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique 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".

Selon la norme AFNOR NF T 75-006 (février 1998): " Une huile essentielle est un produit obtenu à partir d'une matière végétale, soit par un entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épiderme des citrons, soit par distillation sèche, et qui est séparé de la phase aqueuse par des procédés physiques ".

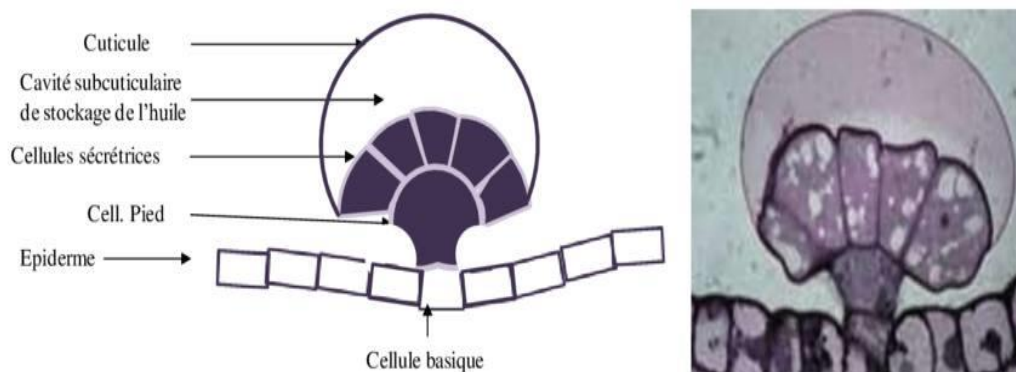
Le terme "huile" vient de leur caractère hydrophobe et de leur propriété de se solubiliser dans les graisses, alors que le terme "essentielle" fait référence à l'odeur dégagée par la plante productrice (Anton et Lobstein, 2005).

## 2. Répartition et localisation

Les huiles essentielles sont largement répandues dans le règne végétal et surtout chez les végétaux supérieurs, 17500 espèces susceptibles de synthétiser ces essences sont réparties dans un nombre limité des familles botaniques (Duval, 2012).

Les essences peuvent être stockées et renfermées dans tous les organes végétaux : fleurs, feuilles, graines, tiges, bois, racines et écorces (Duval, 2012).

Les huiles essentielles se retrouvent dans des glandes minuscules localisées dans des organes sécréteurs (Figure 02) tels que les cellules sécrétrices des Lauraceae, poches sécrétrices (Myrtaceae), les poils sécréteurs (Lamiaceae) et les canaux sécréteurs (Asteraceae) (Bruneton, 1999; Bouzabata,



2015).

**Figure 02** : Glande sécrétrice chargée d'huile essentielle d'une fleur de lavande (farhat, 2010).

La formation des huiles essentielles dans les végétaux est le fait d'une multitude des réactions biochimiques dont certaines ne sont pas encore élucidées. Elles prennent naissance dans des appareils sécréteurs qui ont une forme variée (Djarri, 2011).

Il se peut que chez une même plante, chaque organe puisse fournir une huile essentielle de composition différente **(Duval, 2012)**.

### 3. Propriétés

#### 3.1 Propriétés Physiques

Selon **Yegavian (2021)**, Les huiles essentielles sont des substances généralement liquides et volatiles, Elles ne sont que très rarement colorées, leur densité est généralement inférieure à celle de l'eau **(Cohen, 2013)**. Elles ont un indice de réfraction élevé et peuvent dévier la lumière polarisée **(Da Silva, 2010 ; Deschepper, 2017)**.

#### 3.2. Propriétés chimiques

Du point de vue chimique, les huiles essentielles sont des mélanges complexes pouvant contenir plus de 300 composés différents **(Selles, 2006)**, elles sont liposolubles, solubles dans les solvants organiques usuels **(Cohen, 2013)**.

Selon la voie métabolique empruntée, les huiles essentielles sont des mélanges complexes de constituants variés en concentration variable dans des limites définies. Ces constituants appartiennent principalement mais pas exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes: les terpenoides et les substances bio-synthétisées à partir de l'acide shikimique (donnant naissance aux dérivés du phénylpropane) **(Da Silva, 2010)**. Elles peuvent également renfermer divers produits issus du processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils **(Bruneton, 2009)**.

### 4. Rôle dans la plante

Les plantes sont immobiles ou presque, elles ont dû alors, développer des stratégies pour survivre et se reproduire **(bey, 2014)**.

Les huiles essentielles, métabolites secondaires, étaient longtemps considérées comme "non indispensables" à la vie de la plante **(Reynaud, 2011)**. Les récentes études ont démontré que ces composés constituent un mécanisme d'adaptation qui assure l'ultime défense, elles jouent plusieurs rôles écologiques **(Bouziid, 2018)**

En générale, les huiles essentielles constituent un moyen de défense naturel contre les herbivores, les insectes prédateurs et les microorganismes **(Bouziid, 2018)**, pour se débarrasser de la concurrence, certains arbres secrètent des molécules antagonistes comme, le camphre ou le cinéole qui permettent de faire le vide autour de la plante **(Merghem, 2009; Reynaud, 2011)**.

Toutefois, certains auteurs pensent que la plante utilise les huiles essentielles pour les attirer et favoriser la pollinisation désertique **(Belaiche, 1979)**. Par exemple, où l'odeur d'une fleur, provenant de composés terpéniques volatils, sert de guide aux abeilles vers la plante **(Reynaud, 2011)**.

D'autres, Les huiles essentielles permettent la réduction de la compétition des autres espèces des plantes « allélopathie ». Certaines plantes émettent des substances pour inhiber la croissance des

autres plantes; c'est le cas du noyer qui produit de la juglone qui inhibe la croissance des autres plantes dans un rayon de 8 m autour du tronc (**Bouhadjera, 2005**) .

## 5. Compositions chimiques

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et variables pouvant contenir plus de 300 composés différents (**Selles, 2006**). Elles sont constituées principalement de deux groupes de composés odorants caractérisés par des origines biogénétiques distinctes. Il s'agit de terpènes (mono et sesquiterpènes), et des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (**Cohen, 2013**).

La structure des composés des huiles essentielles est constituée d'un squelette hydrocarboné, constituant une chaîne plus ou moins longue. Sur ce squelette de base est souvent présent un ou plusieurs sites fonctionnels semblables ou différents. La majorité des sites fonctionnels sont des sites oxygénés avec un ou plusieurs atomes d'oxygène (O), pour quelques groupes fonctionnels azotés -N ou soufrés -S (**Pibiri, 2006**).

### 5.1. Composé aromatique

Les dérivés du phénylpropane (C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>) sont moins fréquents dans les huiles essentielles que les terpènes, sauf, chez les Apiaceae (persil, anis, fenouil, etc.), cette classe comprend des composés odorants comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthole, l'estragole et bien d'autre (**El haib, 2011**).

### 5.2. Terpénoïdes

Il s'agit d'une famille de composés largement répandus dans le règne végétal. Ils sont formés Par la combinaison de 5 atomes de carbone (C<sub>5</sub>) nommée: isoprène (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>) (**Bakkali et al., 2008**). Ils peuvent présenter une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, acide, aldéhyde, cétone... etc) (**El haib, 2011**).

Les huiles essentielles ne contiennent que les terpènes les plus volatils, c'est-à-dire, dont la masse moléculaire est peu élevée comme, les mono et sesquiterpènes (**Cohen, 2013**).

La constituant principal d'*E. globulus* est le 1,8-cinéole ou eucalyptol qui est considéré comme le composé essentiel de plusieurs espèces d'*Eucalyptus* : *E. viridis*, *E. salubris*, *E. globulus* et *E. camaldulensis*... Etc. Il a des propriétés antibactériennes, antiseptiques et cicatrisantes...Etc., suivi par  $\alpha$ -pinène, qui est un allergène très puissant,  $\beta$ -pinène, aromadendrane, globulol, p-cymène,  $\alpha$ -terpinéol est un anti-infectieux polyvalent et bien toléré, et parfois le limonene (**Curir et al., 1995 ; Boukhatem et al., 2017**).

## 6. Techniques d'extraction

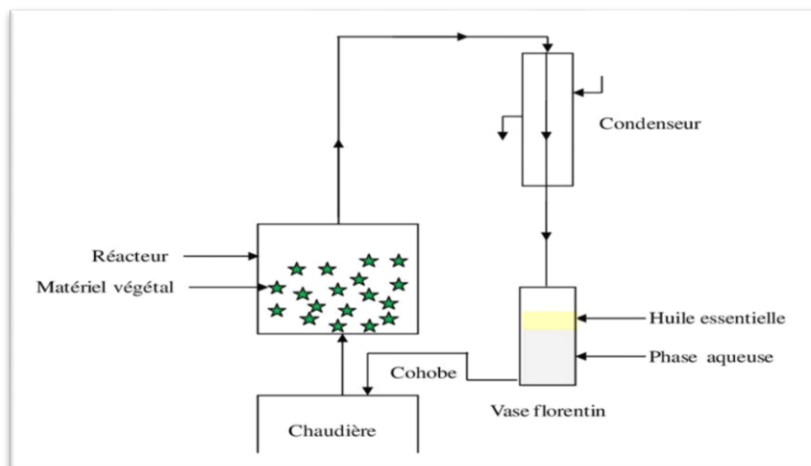
L'extraction d'une l'huile essentielle est un procédé complexe et délicat qui a pour objectif l'obtention des produits les plus volatils qu'élabore le végétal sans en altérer leur qualité (**figure 03**). Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales. En général le choix de la technique dépend principalement de la nature de la matière végétale à traiter, des

caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire, de l'usage de l'extrait et l'arôme du départ au cours de l'extraction (Boukhatem et al, 2019).

### 6.1. Entraînement à la vapeur

Entraînement à la vapeur d'eau ou hydrodistillation est l'une des méthodes préconisées par la pharmacopée européenne. Elle minimise les altérations hydrolytiques (l'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques) (Boukhatem et al, 2019).

Sous l'action de la chaleur, le matériel végétal entier ou broyées lorsqu'il s'agit d'organes durs (racine, écorce) est déposé dans un alambic traversé par courant de vapeur d'eau. Les vapeurs d'eau dissolvent les composés volatils puis les entraînent vers à un système de refroidissement. L'échange thermique entre l'eau froide et la vapeur d'eau chargée en huile essentielle fait qu'il y a condensation de cette dernière au niveau de l'essencier (Figure 03). A la sortie de l'alambic, le vase florentin (essencier) permet de séparer l'eau et l'huile essentielle grâce à la différence de densité des deux

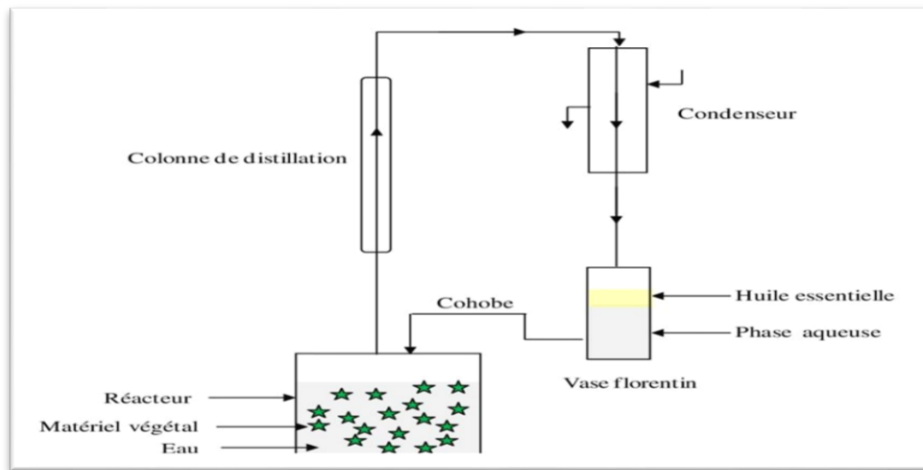


liquides (Da Silva, 2010).

**Figure 03:** Principe et montage de l'appareil à entraînement par vapeur d'eau (Boukhatem et al, 2019).

### 6.2. Hydrodistillation

L'hydrodistillation est l'un des procédés les plus simples et le plus anciens. Cette technique consiste à utiliser un distillateur ou alambic, la matière végétale est immergée directement dans l'eau



**Figure 04:** Schéma de L'extraction par hydrodistillation (**Boukhatem et al, 2019**)

(Contact directe entre la matière végétale l'eau) puis porté à ébullition généralement à pression atmosphérique (**Beneteaud, 2011**). Les vapeurs hétérogènes émanant du ballon se condensent sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare de l'eau florale par différence de densité (comme cité dans la technique précédente) (**Figure 4**) (**Bruneton, 2009**).

### 6.3. Autres procédés

Une des autres techniques d'obtention des huiles essentielles mises au point, Expression à froid l'extraction des essences volatiles « les poches oléifères » contenues dans les fruits mais spécialement les agrumes, L'extraction par solvant organique volatil est une méthode la plus pratiquée, L'enflourage est basé sur l'affinité des parfums pour les graisses et concerne les plantes qui conservent leur parfum après avoir été cueillies (**Da Silva, 2010; Farhat,2010; Beneteaud, 2011; Goujil, 2016**).

## 7. Variabilité et notion chémotype

Pour une même espèce botanique, les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition biochimique, ce dernier cas appelées « chimiotype » (**Kozioł, 2015**). Cette variabilité exprimée par un ordre génétique mais, peut dépendre également, de la localisation géographique de plante utilisée, des conditions climatiques (la température, le taux d'humidité...), de la nature du sol, de la partie du plante utilisée (feuille, racine fleur ou graine), de la période de collecte ou encore de la méthode d'obtention...ect (**Djenane et al., 2011 ; Duval, 2012 ; Soro et al, 2015 ; Bouras, 2018**).

## 8. Activités biologiques

### 8.1. Activité antibactérienne

Après plus de 50 ans d'utilisation massive des antibiotiques, nous arrivons maintenant à une période plus délicate. L'adaptation de monde bactérien à une nouvelle situation écologique entraînait les stratégies de résistance vis-à-vis des molécules d'antibiotiques (**El Amri et al., 2014**).

Les huiles essentielles s'opposent au développement des germes tel que les bactéries pathogènes, y compris les souches habituellement anti bio-résistantes (**El Amri et al., 2014**). En effet, Il a fait l'objet de plusieurs études validant les effets antibactériens des huiles essentielles comme alternative naturelle pour contrôler les micro-organismes résistants aux antibiotiques (**Fisher et Phillips, 2008**).

L'activité antibactérienne des huiles essentielles est connue depuis des siècles (**Fisher et Phillips, 2008**), leur mécanisme d'action est lié essentiellement à la structure de la paroi et à la perméabilité membranaire des bactéries (interférence avec la bicouche lipidique de la bactérie), ce dernier dépend des caractéristiques des différents composants actifs en particulier leur propriété hydrophobe, ce qui conduit l'augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaire; l'acidification de l'intérieure de la bactérie, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure; la destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie (**Oussalah et al., 2007**).

Les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* sont des composés naturels riches principalement à mono-terpène 1,8-cinéole, sont utilisés comme des agents naturels dans la conservation des aliments et occupent une grande place dans le domaine thérapeutique (utilisées en médecine et pharmaceutique), grâce à leurs propriétés biologiques diverses sur un large spectre de bactéries tels que *S. aureus*, *Salmonella*, *E. coli* et *Bacillus subtilus*...etc. (**Koziol, 2015; Boukhatem et al., 2017**).

## 8.2. Activité antioxydante

Le déséquilibre entre la production de radicaux libres et d'enzymes antioxydantes provoque un stress oxydatif qui participent également à la pathogenèse et des troubles de santé (le cancer, le diabète, l'athérosclérose) liées à des dommages de l'ADN, les protéine et les lipides (**Akolade et al., 2012; Bey, 2014**). Les molécules antioxydants chimiques ou synthétiques comme le butylhydroxyanisole (BHA) et le butylhydroxytoluène (BHT) font partie de la panoplie des techniques permettant de limiter les dommages oxydatifs et les altérations mais ils sont suspectés avoir des effets cancérigènes ce qui a accru la recherche de nouvelles molécules naturelles (**Laib et Barkat, 2011**).

Les propriétés antioxydante des huiles essentielle sont largement étudiées et évaluées puisqu'ils ont été utilisés dans les aliments industriels comme des antioxydants naturels (**Hellali, 2016**).

En effet elles sont considérées comme d'agent de conservation alimentaire autrement dit limiter l'altération des aliments par oxydation (**Laib et Barkat, 2011**).

L'activité antioxydant des huiles essentielles consistant à différents mécanismes : le piégeage direct des espèces réactives oxygénés, l'inhibition des enzymes les générant, la chélation d'ions de métaux de transitions, responsables de leur production, ainsi que la stimulation de la synthèse d'enzymes antioxydants (**Leopoldini et al., 2011**).



# **Partie 2:**

# **Expérimentale**

# Chapitre I.

## **Matériel et Méthodes**

L'objectif de notre étude consiste à étudier les activités antibactériennes et antioxydants d'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus L* provenant des deux régions différents d'Algérie (Blida et Tipaza), notre travail est divisé en trois parties principales :

- L'extraction des HEs est réalisée au niveau du laboratoire BIO.EXTRAPAMAL – Ouled Alleug à Blida le début de février 2023.
- L'étude de l'activité antibactérienne a été réalisée au niveau de laboratoire d'analyses médicale Dr Nait Tahar Ouled Alleug à Blida dans le but de déterminer l'efficacité d'inhibition de la croissance de certaines souches bactériennes pathogène.
- L'étude de l'activité antioxydante des huiles essentielles est réalisée au niveau du Laboratoire de Recherche des Plantes Médicinales et Aromatiques du département de biotechnologie, Université Saad Dahleb de Blida.
- Ce travail à dure de deux mois (Mars et Avril 2023).

## 1. Matériels

### 1.1. Matériel non biologique

L'ensemble des appareillages de verreries, et les réactifs utilisés sont mentionné dans L'**annexe 1**.

### 1.2. Matériel végétal

Les feuilles de l'espèce "*Eucalyptus globulus L*" ont été récoltées au niveau de la région de Blida et de la région de Tipaza (Algérie) le début de février (**Annexe 2**).

#### 1.2.1 Présentation des localités de Récolte

Les caractéristiques des différentes localités de Récolte sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau 03** : caractéristiques de deux différentes localités de Récolte de la plante étudiée (**Site web : DB-City**)

La région de Récolte	Cordonnées géographique	Altitude	Climat
Blida	36° 28' 60" Nord, 2° 49' 60" Est	229 m	Un climat tempéré méditerranéen à été chaud et sec. Sur l'année, la température moyenne à Blida est de 15.9°C et les précipitations sont en moyenne de 676.3 mm.
Tipaza	36°35',31" Nord, 2°26',58" Est	12 m	Un climat tempéré méditerranéen à été chaud et sec. Sur l'année, la température moyenne à Tipaza est de 17.6°C et les précipitations sont en moyenne de 642.4 mm.

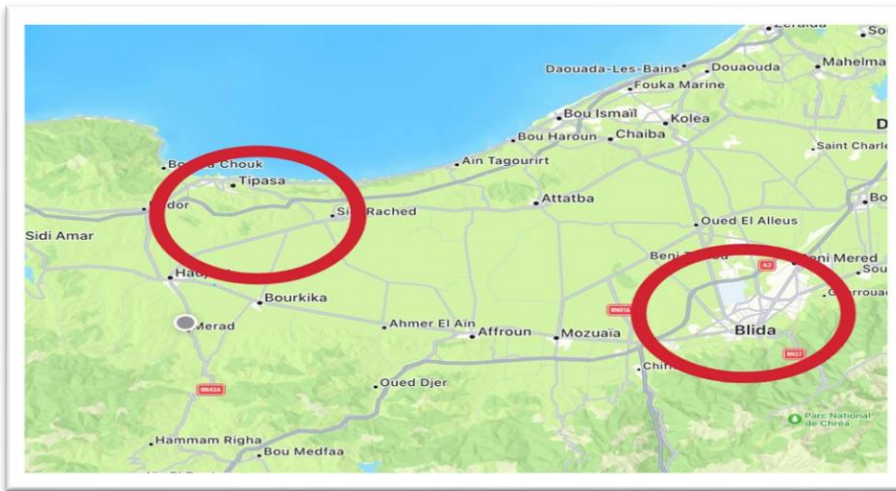


Figure 05: Carte géographique de la station d'étude (GPS consulté 11/04/2023).

### 1.3. Les souches bactériennes

L'huile essentielle "*d'eucalyptus globulus* L " est testée contre trois souches bactériennes sont responsables de très nombreuses pathologies hospitaliers comme les infections d'origine bactérienne, ces souches ont été fournis le laboratoire d'hygiène d'Ouled Yaïch -Blida- sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 04: souche bactérienne testées.

Souches utilisés			Référence
Bactérie	Gram positif	Staphylococcus aureus	ATCC 25932
	Gram négative	Salmonella	ATCC 14028
		Escherichia coli	ATCC 8739

## 2. Méthode d'étude

### 2.1. Extraction des HEs

L'extraction de l'huile essentielle *d'Eucalyptus globulus* L des deux régions ont été effectuée par hydrodistillation dans un dispositif de type alambic. Ce procédé suivi pour extraire les HEs du végétal au moyen d'un dispositif d'extraction de type alambic industriel de 15kg de la matière végétale. Elle consiste à mettre 7,5 kg (Tipaza) et 6,5 kg (Blida) du matériel végétal fraîche dans un alambic industriel avec une quantité d'eau distillée suffisante (2L d'eau pour 1kg de matière fraîche) pour recouvrir la matière végétale .

La matière végétale est portée à ébullition à une température de 100°. Le vapeur chargée d'huile qui se dégagent passent à travers le serpentin de refroidissement en verre où aura lieu la condensation. L'opération d'extraction dure deux heures à partir du début de l'ébullition. L'huile ainsi obtenue est récupéré (**Annexe 2**).

Enfin, ont obtenue deux huiles essentielles pour chaque région Blida et Tipaza. A cause de leur évaporation rapide, leur sensibilité à l'air et à la lumière, les huiles essentielles doivent être conservées dans des flacons opaques et fermés hermétiquement (**Bouras, 2018**).

## 2.2. Détermination du rendement en huiles essentielles :

Le rendement (R) en huile essentielle est le rapport de la masse de l'HE hydrodistillation sur la masse de la plante à traiter (MV) exprimé en pourcentage (AFNOR, 2000) Le rendement est calculé

$$R (\%) = \text{Masse (HE)} / \text{Masse (M V)} \times 100$$

par la formule suivante :

**R (%)** : Rendement en huile essentielle .

**Masse (HE)** : masse de l'huile essentielle.

**Masse (MV)** : masse du matériel végétal frais.

## 2.3. Evaluation de l'activité antibactérienne

L'activité antibactérienne a été évaluée in vitro par l'action de la plante étudiée dans un deux régions différents Blida et Tipaza (Algérie), sur les trois souches bactériennes par la méthode d'aromatogramme :

### Méthode de l'aromatogramme:

L'aromatogramme est une méthode de mesure in vitro du pouvoir antibactérien des huiles essentielles. Cet examen est donc l'équivalent d'un antibiogramme où les antibiotiques sont remplacés par des huiles essentielles. La signification et l'interprétation d'un aromatoigramme est la même qu'un antibiogramme (Marion, 2016).

Le principe de cette méthode repose sur le pouvoir de la migration de l'huile essentielle ou de l'extrait aqueux par diffusion dans la gélose. Cette méthode permet la mise en évidence de l'effet antibactérien d'un extrait par la mesure du diamètre d'inhibition en millimètres autour d'un disque imprégné par un extrait. En fonction du diamètre d'inhibition on peut classer les souches étudiées en souches sensibles ou résistantes. (Bouras, 2018) Ce protocole est réalisé en présence de bec bunsen (stériliser l'instrument à la flamme).

Le protocole adopté est celui de El Amri et al., (2014), Zinati, (2016) (Annexe 3).

### 2.3.1. Préparation de Milieu de culture:

Le milieu retenu pour la majorité des espèces bactériennes est celui de Muller-Hinton. Ce milieu permet la croissance de nombreuses bactéries et ne contient pas d'inhibiteurs des antibiotiques. (Labiod, 2016)

- Mettre les milieux de cultures MH dans un bain-marie à 95° C.
- Verser aseptiquement le milieu de culture MH sur les boites de pétri à raison de 10 ml.
- Laissez-le refroidir et solidifier à température ambiante, et conserver dans des conditions évitant toute modification de leur composition.

### 2.3.2. Préparation de l'inoculum et ajustement de la charge bactérienne :

Préparer une suspension bactérienne à partir de cultures jeunes de bactéries 24H.

- Premièrement Avec un écouvillon stérile on prélève des colonies bactériennes et on met dans 2 ml d'eau physiologique.
- Agiter et homogénéiser la suspension, afin d'obtenir une suspension bactérienne équivalente à celle de l'étalon 0.5 Mac Ferland.
- Incuber les suspensions bactériennes pendant 20 à 25 mn.

### 2.3.3. Ensemencement :

Cette opération s'effectue après avoir préparé l'inoculum.

- Imbiber aseptiquement un écouvillon avec la suspension bactérienne.
- Ensuite flotez l'écouvillon sur la surface des milieux en stries serrées, répéter l'opération quatre fois, en tournant la boîte à 45° de façon à croiser les stries, finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie du milieu.

### 2.3.4. Dépôt des disques :

Les trois souches bactériennes à tester sont ensemencées dans des boîtes de Pétri contenant de milieux de cultures MH.

- À la surface de chaque boîte on dépose quatre disques de papier filtre Whatman stériles de 06 mm de diamètre imbibés par une goutte d'huile essentielle *d'eucalyptus globulus* L. Le cinquième disque pour le témoin négatif imbibé par l'eau distillé.
- Laisser diffuser sur la paillasse pendant 30 minutes.
- Après inoculation, on incube les boîtes de Pétri à l'étuve à une température égale à 37°C pendant 24h.

### 2.3.5. Lecture :

- Après 24 h d'incubation, Les résultats sont observés, une zone clair est présent autour du disque si l'huile essentielle inhibe le développement microbien.
- Mesurer avec précision le diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'une règle double décimètre et l'estimation du coefficient d'inhibition en appliquant la formule suivante : **(Labioid, 2016)**
  - Résistante (-) : diamètre  $\leq 8$  mm
  - Modérément sensible (+) :  $8 < \text{diamètre} < 14$  mm
  - Sensible (++) :  $15 < \text{diamètre} < 19$  mm
  - Extrêmement sensible (+++) : diamètre  $> 20$  mm

## 2.4. Evaluation de l'activité Antioxydante

L'activité antioxydante exprime la capacité à réduire les radicaux libres. Elle est étudiée par la méthode du DPPH°, ce radical libre présente une coloration violet foncé qui absorbe à 517nm, lorsqu'il est piégé par les antioxydants, il apparaît sous sa forme réduite de couleur jaune pâle (Bouزيد, 2018).

### Mode opératoire

Selon la méthode décrite par (Burits et Bucar, 2000)

- La solution mère est préparée par solubilisation de 4 mg de DPPH dans 100ml de méthanol.
- Préparation des solutions méthanoliques à huiles essentielles d'*E. globulus* pour chaque région: (200, 400, 600, 800 et 1000 µl/ml) + 1ml méthanol pour chaque concentration.
- 50 µl de chacune des solutions méthanoliques de l'HE testées à différentes concentrations sont mélangées avec 5 ml d'une solution méthanolique de DPPH (0,004 %).
- Après une période d'incubation de 30 minutes à la température du laboratoire, l'absorbance est lue à 517 nm par spectrophotométrie UV-visible.
- L'inhibition du radical libre DPPH par la vitamine C a été également analysée à la même concentration pour comparaison.

### Expression des résultats

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

$$I(\%) = \frac{(\text{Abc blanc} - \text{Abc échantillon})}{\text{Abc blanc}} \times 100$$

Avec :

**Abc blanc** : Absorbance du blanc (méthanol et DPPH).

**Abc échantillon** : Absorbance du composé d'essai.

Le paramètre IC50 est défini comme la concentration d'échantillon requise pour diminuer la concentration initiale de 50% du radical DPPH (Akolade et al.,2012). Les IC50 sont calculées à partir des courbes à régression linéaire (Luís et al., 2015).

# Chapitre *II*.

## **Résultats et discussions**



## 1. Rendement en huile essentielle

Les rendements d'huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* des deux régions sont indiqués dans le tableau 8 (Annexe 4) et la figure suivante:

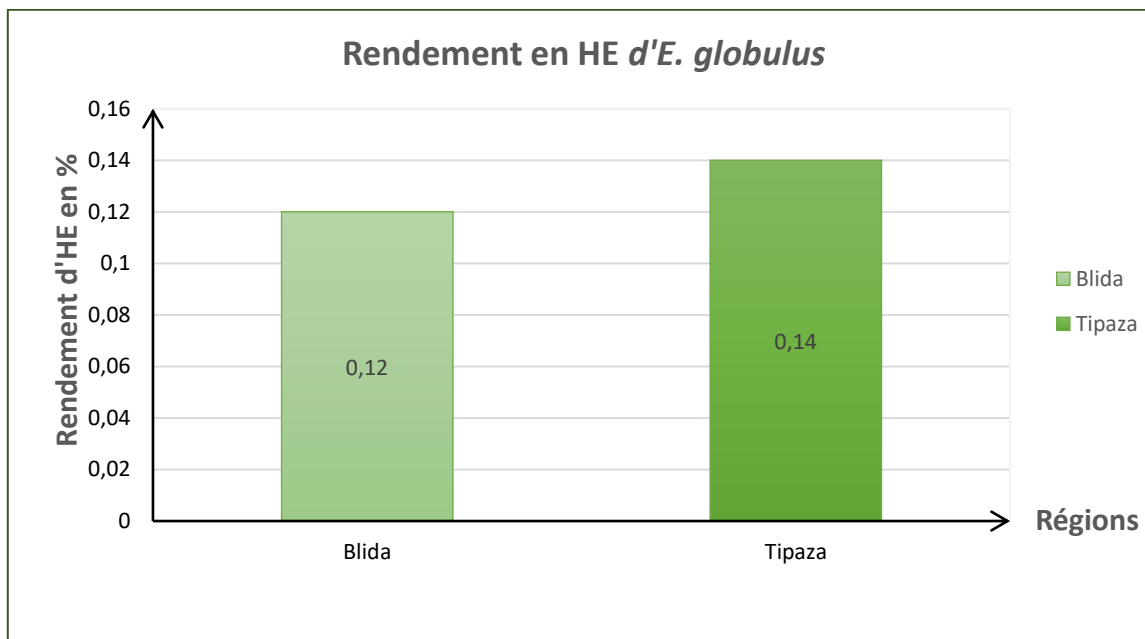


Figure 06: Rendement en huiles essentielles d'*E. globulus* des deux régions.

D'après les résultats obtenus nous distinguons que le rendement en huiles essentielles des feuilles d'*E. globulus* L des deux régions sont très faibles, (0.12 % à Blida) et de (0.14 % à Tipaza).

Les résultats de **Bey, (2014)** sont largement supérieurs à notre résultat (2.53 %) (Travaillant sur l'*E. globulus* de Bejaïa), sachant que l'extraction a été réalisé par la même méthode et la récolte a été réalisée au même stade phénologique.

**Foudil Cherif, (2005)** ont travaillé sur la même espèce d'Alger et ont noté un rendement de (2.83%) qui est largement supérieurs à notre résultat, contrairement aux autres espèces *E. leucoxydon* et *E. ovata* qui ont fourni à peu près un rendement similaire au celui de nos résultats (0.15%) et (0.17%).

Le faible rendement obtenu peut évidemment être dû à facteurs tels que : la nature du sol, les conditions climatiques (notamment le type de climat, l'altitude), les différentes méthodes et conditions d'extraction, la période de récolte, la qualité de la matière végétale utilisée peuvent influencer la sécrétion d'huiles essentielles chez une plante (**Bouras, 2018**).

## 2. Caractéristiques organoleptiques

L'huile essentielle des feuilles d'*eucalyptus globulus* L des deux régions sont obtenus par l'Hydrodistillation, les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant.

**Tableau 05:** Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle.

	Aspect	Couleur	odeur
<b>L'AFNOR 2000</b>	Liquide mobile, Limpide	jaune pâle	Forte, Camphrée
<b>L'HE de la région de Blida</b>	Liquide mobile	Jaune	Camphrée
<b>L'HE de la région de Tipaza</b>	Liquide mobile	Jaune pâle	Odore citronnée forte

## 3. Activité antibactérienne

L'activité antibactérien des huiles essentielles d'*E. globulus* a été réalisée sur trois souches bactériennes, par la méthode d'aromatogramme. Le pouvoir antibactérien est obtenu par la mesure des diamètres des zones d'inhibition, Les résultats obtenus sont montrés dans le tableau suivants :

**Tableau 06:** Diamètres des zones d'inhibitions d'HE d'*eucalyptus globulus* L des deux régions.

Les essais Les souches Étudié	Témoin (l'eau distillée)	de Blida	de Tipaza
<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>	< 06±0.00	15.38 ± 1.89	< 06±0.00
<b><i>E. coli</i></b>	< 06±0.00	12.00 ± 1.23	6.25 ± 0.66
<b><i>Salmonella</i></b>	< 06±0.00	6.50 ± 0.79	< 06±0.00

D'après Les résultats représentés dans le Tableau (6) et les figures (15 et 16) (**Annexe 5**) nous notons ce qui suit :

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* de la wilaya de Blida a présenté une bonne activité antibactérienne contre les deux souches bactériennes *S. aureus* et *E. coli* avec un diamètre d'inhibition de (15.38 ± 1.89) et (12 + 1.23) respectivement, contrairement à *salmonella* qui montrait une résistance (6.50 ± 0.79). Par contre, les résultats de l'HE de la wilaya de Tipaza ont montré une activité antibactérienne plus faible sur la croissance de *s. aureus* et *salmonella* (< 06) par rapport à la souche de *E. coli* qui révéla une résistance (6.25 ± 0.66) vis - à - vis l'HE testée.

Les résultats montrent aussi une sensibilité notable des bactéries à Gram positif par rapport aux souches à Gram négatif surtout pour la souche *Salmonella*.

Dans une étude menée par **Daroui-Mokaddem, (2012)** qui a testé l'effet de l'HE d'*E. globulus* de la région de Constantine sur des souches bactériennes, les résultats sont proches à nos résultats en ce concerne l'huile essentielle de Blida, dans laquelle l'activité antibactérienne est remarquée sur les deux souches *E. coli* (20 mm) et *S. aureus* (16 mm). Une Mêmes étude est réalisée par **Bouras, (2019)** sur les souches de *S. aureus* et *E. coli* pour l'HE de la région de El Kala, les résultats ont montré l'existence d'une activité antibactérienne avec un diamètre d'inhibition de  $9,5\pm 0,7$  pour *S. aureus* et de  $20\pm 141$  pour *E. coli*.

En outre, le résultat **Djenane et al., (2011)**, ont montré l'existence d'une grande activité antibactérienne d'huile essentielle d'*E. globulus* de Tizi-Ouzou contre *salmonella* avec un diamètre significatif ( $35.26\pm 3.2$ ).

Cette différence de l'activité antibactérienne peut être expliquée principalement par ce qui suit :

Les bactéries Gram négatif sont plus résistantes que les Gram positif grâce à la structure de leur membrane externe (**Tyagi et al., 2010 ; El Amri et al., 2014**).

La composition de l'huile essentielle qui ne peut pas être similaire chaque année même si elles sont extraites à partir des espèces de la même localité (**Oussalah et al., 2007**).

Les différents facteurs tels que le milieu de culture et la méthode utilisée (**Deans et al., 1987; Fisher et Phillips, 2006 ; Bouzid, 2018**).

L'effet du principe actif du 1,8-cinéole confère présent dans l'huile essentielle de cette espèce, et qui est le composant majeur, montre son potentiel germicide vis-à-vis d'un grand nombre de bactéries comme *E. coli* et *S. aureus* (**Sivropoulou et al., 1997**).

#### 4. Activité antioxydante

L'activité antioxydants de l'huile essentielle de l'espèce de l'*E. globulus* des deux régions a été testée par la méthode du radical libre DPPH. Les résultats obtenus sont représentés dans les figures suivantes:

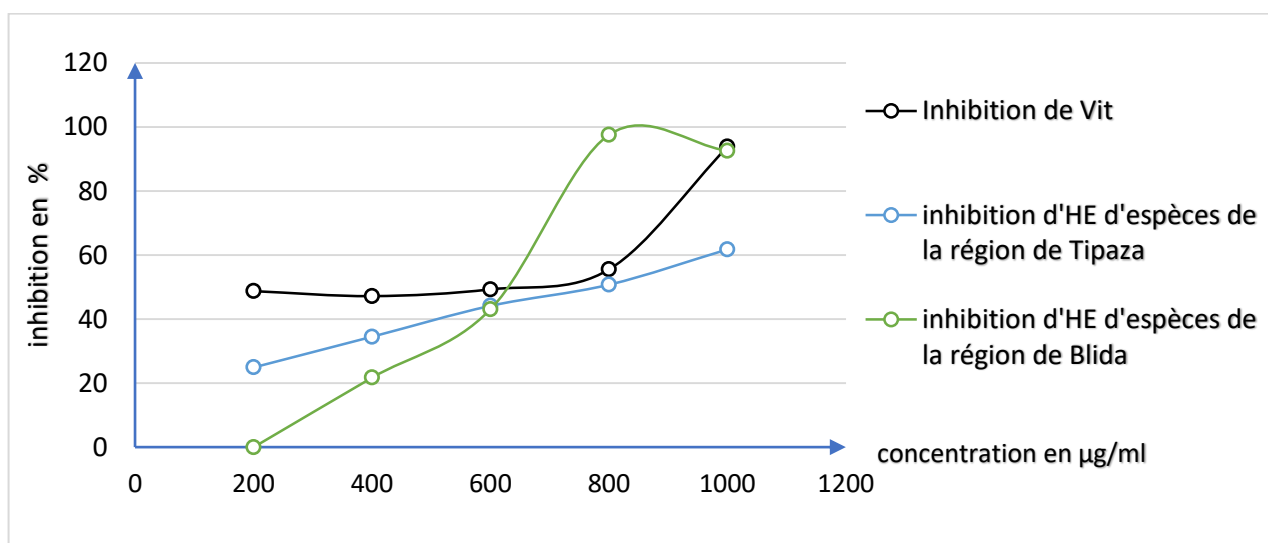
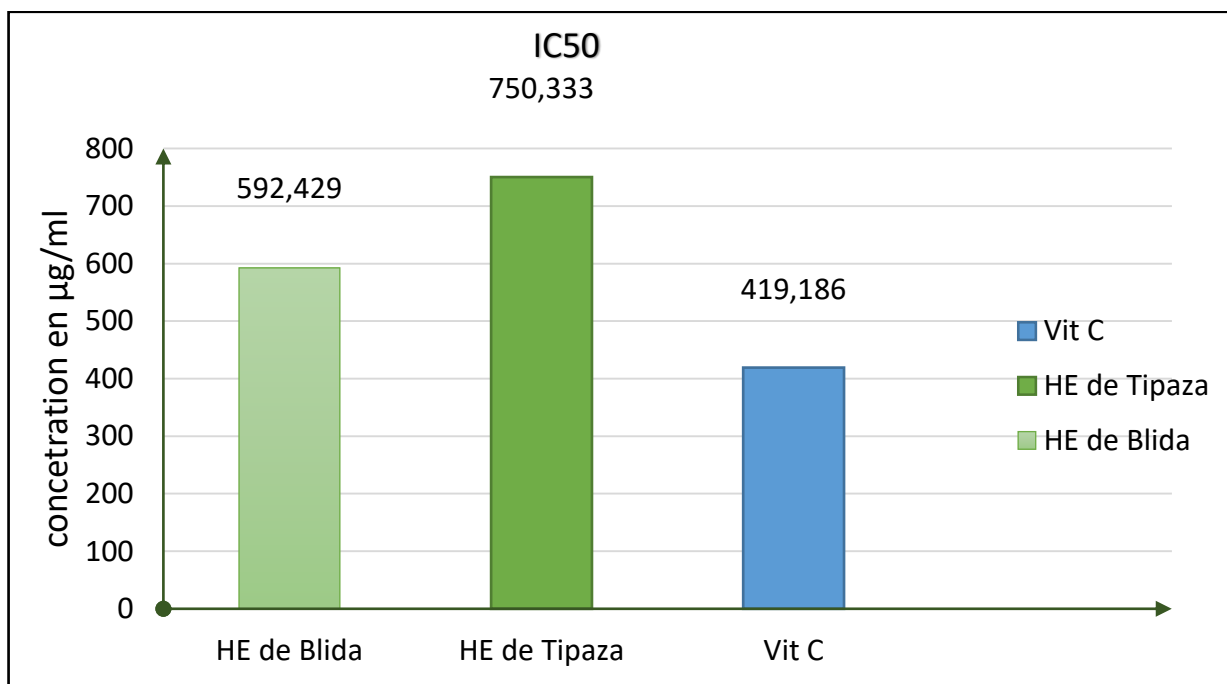


Figure 07 : pourcentage d'inhibition des huiles essentielles et de la vitamine C.

Selon les résultats montrés dans la figure 07 et le tableau 09 (**Annexe 6**), l'huile essentielle d'*E. globulus* de la région de Blida et la vitamine C montrent une activité antioxydante avec des pourcentages de piégeage du radical DPPH forte (97.57 %) (93.82 %) à des concentrations (800 µg/ml) (1000 µg/ml) respectivement. En revanche, l'huile essentielle de l'espèce provenant de la région de Tipaza montre une activité antioxydante plus faible (61.78 %) à une concentration (1000 µg/ml).

### Détermination d'IC50

Les résultats de l'inhibition du radical DPPH par l'estimation des valeurs d'IC50 sont illustrés dans la Figure 14.



**Figure 08:** Représentation de l'inhibition du radical DPPH par l'estimation des valeurs d'IC50 des de deux régions d'HE d'*Eucalyptus globulus*.

D'après les résultats montrés dans la figure 14 nous constatons que le vitamine C est le produit plus actif avec une concentration de 419.186 µg/ml pour piéger 50% du radical libre DPPH, suivi d'huile essentielle de l'espèce de la région Blida avec une IC50 de 592.429 µg/ml, tandis que l'huile essentielle de la région Tipaza est moins active avec de IC50 égale à 750.333 µg/ml.

L'étude de **Adouani et Merghadi, (2021)** a rapporté que l'HE d'*Eucalyptus globulus* de la région d'Oum El Bouaghi possède une activité antioxydante (IC50 = 3188 µg/ml) très faible par rapport aux résultats obtenus dans notre travail.

L'étude menée par **Akolade et al., (2012)** qui travaillé sur l'HE de la même espèce récoltée au Nigeria, a montré que l'HE a inhibé 50% du radical DPPH à concentration moins poussée (IC50= 136.87 µg/ml) à nos résultats.

# Conclusion

Le présent travail consiste principalement à valoriser d'une plante largement utilisée dans médecine traditionnelle et pharmaceutiques en Algérie.

L'objectif de notre étude est consacré à la détermination du rendement et de l'évaluation de l'activité antibactérienne et l'activité antioxydante de l'huile essentielle extraite des feuilles d'une espèce de la famille Myrtaceae, *Eucalyptus globulus* L récoltée dans la région de Blida et dans de la région de Tipaza (Algérie).

L'extraction des huiles essentielles par la technique d'hydrodistillation à peu d'avoir un rendement de 0,12% pour l'échantillon de Blida et 0,14% pour l'échantillon prélevés à Tipaza.

L'activité antibactérienne a été testé selon la méthode de diffusion de disque (aromatogramme), les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle de la wilaya de Blida donné un pouvoir antibactérien plus ou moins important sur *S. aureus*, *E. coli* et *salmonella*. Tandis que, l'huile essentielle de la wilaya de Tipaza ont montré un effet moins ou néant important sur les trois souches testées.

L'activité antioxydante de l'huile essentielle d'*E. globulus* a été évaluée par le test du piégeage du DPPH. Les résultats obtenus montrent que les activité antioxydante les plus importantes sont celles de la vitamine C et de l'huile essentielle d'*E. globulus* de la région Blida. Par contre que l'huile essentielle d'*E. globulus* de la région Tipaza possède un activité antioxydante plus ou moins importante.

A l'issue de la présente étude, il serait intéressant de compléter ce travail par:

- Caractérisation des composés chimique d'huile essentielle par CPG ou HPLC.
- Extraction des huiles essentielles par d'autres méthodes sophistiquées.
- Mise en évidence de l'effet antibactérien de la plante utilisé vis –à-vis d'autres souches pathogènes.
- Evaluation d'autres activités biologiques d'huile essentielle d'*eucalyptus* (activité antifongique, activité antiparasitaire, effet insecticide... etc.).

# **Références bibliographiques**

### A

- Adouni Leila et Merghadi Ichrak, (2021).** Étude des activités biologiques des extraits et l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*. Thèse de Master, Université Larbi Ben Mhidi D'Oum El Bouaghi.
- AFNOR, 2000.** Association Française de normalisation. Huiles essentielles. Echantillonnage en méthodes d'analyse (tome1). Norme française: huile essentielle. Ed. Afnor, Paris.
- Akolade, Jubril Olayinka A, Olutayo Olawumi. O., Michael Olalekan A. Sarah Abimbola A, Idowu, Doyinsola Idiat and Orishadipe, Abayomi Theophilus O.(2012).** Chemical composition, antioxidant and cytotoxic effects of *Eucalyptus globulus* grown in north-central Nigeria J. Nat. Prod. Plant Resour.
- Attou Amina, (2017).** Thèse de Doctorat en Biologie, Université Abou Bekr Belkaid -Tlemcen promotion.
- Auddy B, Ferreira M., Blasina F., Lafon L., Arredondo F., Dajas F., Tripathi P.C., Seal T., Mukherjee B, (2003).** Screening of antioxidant activity of three Indian medicinal plants, traditionally used for the management of neurodegenerative diseases .Journal of Ethnopharmacology 84 (2003)

### B

- Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D. et Idoamar M., (2008).** Biological effects of essential oils – a review, Food Chem, Toxicol.
- Ben Ammar, R., Kilani, S., Bouhlel, I., Skandarani, A. (2007).** Antibacterial and cytotoxic activities of extracts from (Tunisia) *Rhamnus alaternus*. Annals of Microbiology.
- Belaiche, P., (1979).** Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. L'aromatogramme. Ed. Maloine.
- Benazzeddine,(2010);** Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera, Tenebrionidae) (mémoire online) disponible sur <https://www.memoireonline.com/>
- Beneteaud E, (2011).** Les techniques d'extraction. Comité Français du Parfum.
- Bruneton, J., (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème éd. Lavoisier, Paris.
- Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4ème édition, Lavoisier, Paris
- Bouhadjera K. (2005).** Contribution à l'étude chimique et biologique de deux plantes médicinales sahariennes *Oudneya africana* r.br. et *Aristida pungens* .Thèse de doctorat en Chimie Organique Appliquée. Université Abou Bekr Belkaid .
- Boukhatem, M.N., Ferhat, M.A., Kameli, A. et Mekarnia, M. (2017).** *Eucalyptus globules* (Labill): un arbre à essence aux mille vertus. Lavoisier SAS. Disponible sur: Phytothérapie DOI 10.1007/s10298-017-1114-3 <https://doi.org/> (consulté le 20/01/2023)
- Boukhatem, M. N; Ferhat, M.A., Kameli, A. et Mekarnia, M. (2019).** Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles: revue de littérature. DOI 1653-1659 (consulté le 17/03/2023)
- Bouras Marwa, (2018).** Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba. Algérie disponible sur: <https://biblio.univ-annaba.dz/> (consulté le 19/02/2023.)



**Bouزيد djihan, (2018).** Evaluation de l'activité biologique de l'huile essentielle d'une plante endémique *Hélichrysum italicum* (Roth) G. DON these de doctorat 2018.

**Bouzabata Amel (2015).** Contribution à l'étude d'une plante médicinale et aromatique *Myrtus communis* L. Thèse de doctorat 2018. Université Badji Mokhtar Annaba

**Belakhdar, J, (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Idis PRESS (Ed).

**Bey, Ould Si Said Zakia, (2014).** Thèse présenté pour obtenir le diplôme de magister en biologie, Université Abderrahmane Mira - Bejaïa promotion 2014.

**Bibi, S., Sultana, J., Sultana, H., Malik, R.N. (2014).** Ethnobotanic usent of medicinal plants in the highlands of Soan Valley, Salt Range, Pakistan, *Journal of Ethnopharmacology*,

**Burits M., Bucar F, (2000).** *Phytotherapy Research* 14 (2000).

### C

**Chang H. C., Huang G. J., Agrawal D. C., Kuo C. L., Wu C. R., Tsay H. S. (2007).** Antioxidant activities and polyphenol contents of six folk medicinal ferns used as "Gusuibu". *Botanical Studies*. 48: 397–406.

**Chaib samira (2020).** Encapsulation d'une huile essentielle extraite de *Thymus vulgaris* : effet sur ses propriété physico-chimiques et biologiques. Thèse de doctorat, Université Larbi Ben M'Hidi, Oum El Bouaghi d'Algérie.

**Claudia Yegavian.(2021).** Intérêt de l'aromathérapie dans la prise en charge des pathologies ORL hivernales. *Sciences pharmaceutiques*. 2021.

**Cohen, D., (2013).** Les huiles essentielles à l'officine : dangers pour la femme enceinte et le nouveau-né. Thèse de doctorat en Pharmacie. Université Joseph Fourier de Grenoble.

**Commission européenne de Pharmacopée (2009).** Pharmacopée européenne. 6ème édition.

**Curir, P., Beruto, M. et Dolci, M. (1995).** "*Eucalyptus* species: in vitro culture and production of essential oils and other secondary metabolites". Dans: Bajaj, Y.P.S. (ed.). *Medicinal and Aromatic Plants VIII*. Springer, Berlin, Heidelberg. Disponible sur <https://link.springer.com/>

### D

**Da silva F. (2010).** Utilisation des huiles essentielles en infectiologie ORL. Thèse de doctorat en Pharmacie. Université Henri Poincaré, Nancy.

**Daroui-Mokaddem Habiba. (2012).** Etude phytochimique et biologique des espaces: *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Smyrniolum olusatrum* (Apiaceae), *Asteriscus maritimus* ET *Chrysanthemum trifurcatum* (Asterarceae). Université Badji Mokhtar-Annaba.

**Deans S.G and Ritchie G., (1987).** Antibacterial properties of plant essential oils. *International Journal of Food Microbiology*.

**Laurent Duval. (2012).** Les huiles essentielles à l'officine. *Sciences pharmaceutiques*. 2012. ffdumas-00713158ff.

**Deschepper, R. (2017).** Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. Thèse pour l'obtention du diplôme d'état en pharmacie. Université d'Aix-Marseille.

**Djenane, K. Lefsih, J. Yangüela, P. Roncalés. (2011).** Composition chimique et activité anti-Salmonella enteritidis CECT 4300 des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, de *Lavandula angustifolia* et de *Satureja hortensis*. Tests in vitro et efficacité sur les œufs entiers liquides conservés à  $7 \pm 1$  °C. 2011, université Mouloud-Mammeri\_Tizi-Ouzou, Algérie

**Djarri, L., (2011).** Contribution à l'étude des huiles essentielles et des métabolites secondaires de trois plantes Algériennes des familles des apiaceae *Daucus reboudii* Coss. Ex

### E

**El Haib, A. (2011).** Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytique. Thèse de doctorat, Chimie organique et catalyse. Université Toulouse III Paul Sabatier.

**El Amri J; Khalid E; Touria Z; Hayate b; Saïd C; Taj I, (2014).** Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium capitatum* L et l'extrait de *Silène vulgaris* sur différentes souches testées. Journal of Applied Biosciences 82:7481– 7492 ISSN 1997–5902

### F

**Franchomme P., Pénoël D. et Jollois R., (1990).** L'aromathérapie exactement – Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Fondements, démonstration, illustration et applications d'une science médicale naturelle. Éditions Jollois.

**Farhat, A.(2010)** Vapo-diffusion assistée par micro-ondes : conception, optimisation et application. Thèse de doctorat en Chimie De École nationale d'ingénieurs de Gabès. Tunisie

**Foudil-Cherfi, Yazid (2005).** Etude chimiotaxonomique des huiles essentielles de neuf espèces d'*eucalyptus* poussant en Algérie. Distribution énantiomérique de cinq monoterpènes par chromatographie multidimensionnelle. Thèse de doctorat d'état en chimie. Alger : Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, 2005.

**Fisher K.;Philip C (2008).** Potential antimicrobial uses of essential oils in food. Trends in Food Science & Technology 19 (2008)

**Fisher K. and Phillips C. A. (2006).** The effect of lemon, orange and bergamot essential oils and their components on the survival of *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* in vitro and in food systems. Journal of Applied Microbiology.101(6)

### G

**Goudjil, M. (2016).** Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de trois plantes aromatiques. 10.13140/RG.2.2.11204.65926. <https://www.researchgate.net/publication/>

### H

**Hasegawa T., Takano F, Takata T., Niiyama M., OhtaT (2007).** Bioactive monoterpene glycosides conjugated with gallic acid from the leaves of *Eucalyptus globules* .Phytochemistry 69 (2007)

**Havkin-Frenkel, D., Dudai, N. (2016).** Biotechnology in Flavor Production. UK: Wiley Blackwell.

**Hellali N., Mahammed M.H., Ramdane F., Talli A. (2016).** Antimicrobial and antioxidant activities of *Cytopogon schoenanthus* (L.) spreng essential oil, growing in Illizi – Algeria. Journal of medicinal plant research.

### J

**Jacques, F. (2016).** Pharmacien en Moselle. Livre Du bon usage de l'aromathérapie (éd. Ouest-France, 2016).

### K

**Koziol Nathalie, (2015).** Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus radiata* et de *Corymbia citriodora*: qualité, efficacité et toxicité. Thèse pour l'obtention du diplôme d'État de Docteur en Pharmacie. 2015. hal-01733789.

### L

**Laib, I. and M. Barkat, (2011).** Composition chimique et activité antioxydante de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis*. 2011.

**Labiod Ryma, (2016).** Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calamintha nepeta* : activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide. Thèse de doctorat en Biochimie appliquée. Université Badji Mohktar–Annaba: Faculté des Science ,2016. Disponible sur : <https://www.univ-soukahras.dz/>

**Leopoldini, M., Russo, N. et Toscano, R. (2011).** The molecular basis of working mechanism of natural polyphenolic antioxidants. *Food Chemistry*, Vol n°125. Edition Elsevier.

**Luís, A., Duarte, A., Gominho, J., Domingues, F. et Duarte, A.P. (2015).** Chemical composition, antioxidant, antibacterial and anti-quorum sensing activities of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus radiata* essential oils. *Industrial Crops and Products*, Vol n°79. Edition Elsevier.

### M

**Marion Niel, (2016).** Traitement De L'acne Par La Phytothérapie Et L'aromathérapie; Universite De Bordeaux.F. R Des Sciences Pharmaceutiques; Diplome D'état De Docteur En Pharmacie.

**Merghem, R. (2009).** Éléments de biochimie végétale (à l'usage des étudiants en pharmacie, sciences alimentaire, science de la nature et de la vie). Edition Bahaeddine.

### O

**Ouis Naouel, (2015).** Etude chimique et biologique des huiles essentielles de Coriandre, de Fenouil et de Persil. [en ligne]Thèse de doctorat en chimie organique. Oran: Université d'Oran, 2015.

**Oussalah M.S., Caillet L., Saucier et Lacroix M., (2007).** Inhibitory effects of selectepd plant essential oils on four-pathogen bacteria growth: *E.coli* O157: H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*.

### P

**Padrini F. et Lucheroni M.T., (1996).** Le grand livre des Huiles Essentielles- guide pratique pour retrouver vitalité, bien être et beauté avec les essences et l'aromassage. Energétiques avec plus de 100 photographies. Ed de Vecchi, Paris.

**Pauline Erau, (2019).** L'eucalyptus: botanique, composition chimique, utilisation thérapeutique et conseil a l'officine. Thèse de docteur en pharmacie de Marseille. (Consulté le 28/02/2023)

**Pibiri M.C, (2006).** Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse de Doctorat, Lausanne, Canada,.(2006)

### R

**Reynaud, J. (2011).** Comprendre la botanique : histoire, évolution, systématique. Edition ellipses.

**Ricardo da Silva J.M., Darmon N., Fernandez Y. et Mitjavila S., (1991).** Oxygen free radical scavenger capacity in aqueous models of different procyanidins from grape seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry.

### S

**Samira Bouhdid.(2012).** Les huiles essentielles de l'origan compact et de la cannelle de Ceylan : pouvoir antibactérien et mécanisme d'action. Journal de Pharmacie Clinique, 2012.

**Selles J-L.,(2006)** : Les huiles essentielles, synthèse d'aromathérapie. FrisonRoche, 2<sup>ème</sup> édition.

**Sharififar F., Moshafi M.H., Mansouri S.H., Khodashenas M., Khoshnoodi M.(2017).** Food Control 18

**Soro, L ., Grosmaire, L ., Ocho-Anin Atchibri, A ., Munier, S ., Menut, C ., Pelissier, Y. (2015).** Variabilité de la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de lippia multiflora cultivées en côte d'Ivoire. Journal of Applied Biosciences 88 :8180-8193. ISSN 1997-5902

**Sophie Cheriote(2007).** Rôle des produits de la réaction de Maillard dans l'inhibition de l'oxydation enzymatique des phénols et des lipides. Life Sciences [q-bio]. AgroParisTech, 2007. English. ffNNT :

2007AGPT0041ff. ffpastel-00003240ff

**Sivropoulou, A. Nicolaou, C., Papanikolaou, E., Dokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis, M. (1997).** Antimicrobial, cytotoxic and antiviral activities of Salvia fruticosa essential oil. J. of Agric. and Food Chemistry.

### T

**Tyagi A.,Malik A (2010).**Antimicrobial potential and chemical composition of Eucalyptus globulus oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorganisms.Food Chemistry 126 (2010).

### Z

**Zinati Fatima,(2016).** Effet inhibiteur des huiles essentielles de trois plantes aromatiques sur Escherichia coli (BLSE) responsables d'infections urinaires d'origine hospitalière. Thèse de doctorat, Université Abou Bekr Blkaid – Tlemcen.

### Site Web

<https://www.gettyimages.fr/>(consulté le 25/03/2023).

<https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Tipaza--Tipaza--Tipaza> (consulté 04/2023).

<https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Blida--Blida--Blida> (consulté 04/2023).

# **Annexes**

## Annexe 1

Tableau 07 : Matériel non biologique et produit de laboratoire.

Appareillage	Verreries et autre	Réactifs et solutions
Agitateur vortex Autoclave Bain marie Etuve Bec bunsen Réfrigérateur Spectrophotomètre UV-visible Balance de précision	Bêchers Fioles Éprouvettes Boites de pétri Disque en papier whatman Milieux de culture MH Cuves Micropipette Spatule Tubes à essai stériles Seringues Portoirs Aluminium	DPPH Méthanol pur L'eau distillée L'eau physiologie

## Annexe 2



## 1. Préparation de matériel végétal

Figure 09 : le poids de la quantité disponible de la matière végétale en KG pour chaque région (originale 2023)



## 2. Extraction

**Figure 10 :** Montage d'hydrodistillation employé pour l'extraction de l'huile essentielle d'*E. globulus*. (Originale, 2023).



**Figure 11:** la séparation de l'HE d'*E. globulus* par la décoction (originale, 2023)

## Annexe 3

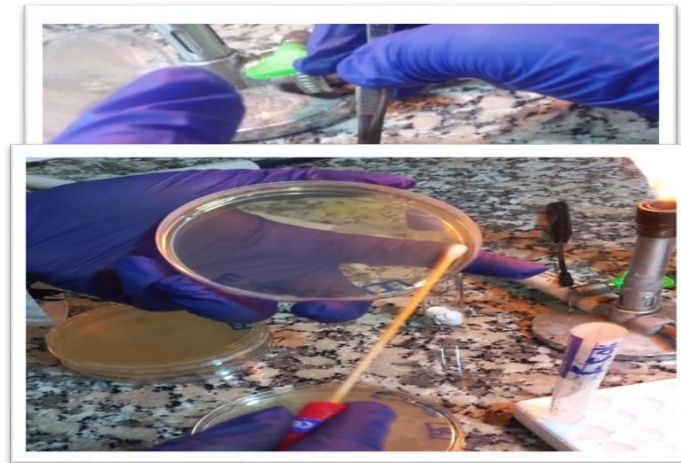
### Activité antibactérienne





**Figure 12 :** Préparation de suspension des souches bactériens étudié (originale, 2023)

**Figure 13 :**  
souches étudié



Ensemencement des  
(originale, 2023)

**Figure 14 :** Dépôts des disques imbibé d'HE d'*E. globulus* (originale, 2023)

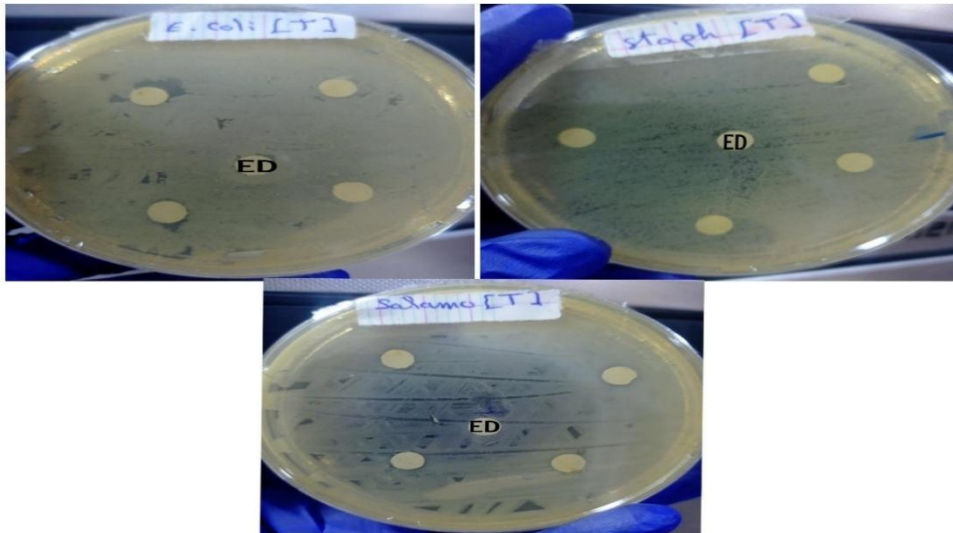
#### Annexe 4

##### Rendement

**Tableau 08:** Rendement de l'huile essentielle d'*E. globulus* obtenue

	Blida	Tipaza
masse du matériel végétal (g)	6500	7500
masse de l'HE (g)	8	11
Rendement en HE (%)	0.12	0.14

#### Annexe 5



### Résultats d'activité antibactérienne

**Figure 15:** l'effet antibactérien de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus L* de région Blida et l'eau distillée (ED) comme un témoin négatif (originale, 2023)

**Figure 16:** l'effet antibactérien de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus L* de région Tipaza et l'eau distillée (ED) comme un témoin négatif (originale, 2023).

## Annexe 6

### Activité antioxydante

L'activité antioxydante d'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* dans deux régions différent d'Algérie a été exprimé et présenté en pourcentage dans le tableau et la figure suivant:



**Figure 17** : l'effet antioxydant de l'huiles essentielles les deux régions et le vitamine C comme un témoin positif (originale, 2023)

**Tableau 09** : pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) par les deux huiles essentielles d'*E. globulus*.

**Absorbance contrôle = 1.970**

	200 µl /ml		400 µl /ml		600 µl /ml		800 µl /ml		1000 µl /ml	
	Do	%I	Do	%I	Do	%I	Do	%I	Do	%I
HE de la région de Tipaza	1.479	24.92	1.290	34.51	1.10	44.16	0.97	50.76	0.753	61.78
HE de la région de Blida	1.970	0	1.542	21.73	1.121	43.10	0.166	91.57	0.146	92.60
Vitamin C	1.017	48.75	1.044	47.19	1.002	49.31	0.879	55.53	0.12	93.82