



**Université Catholique du Graben**

**CENTRE DE RECHERCHES  
INTERDISCIPLINAIRES DU GRABEN  
B.P. 29 BUTEMBO/NORD-KIVU**

## **PARCOURS ET INITIATIVES**

### **Penser les sociétés en crise**

Éditorial : Penser les sociétés en crise : résilience, développement et transformations contemporaines----- 5

Prisonniers des rôles : une analyse constructiviste de la permanence de la rivalité entre les États-Unis et l'Iran ----- 9

Actions des leaders d'opinions et des patriotes résistants « wazalendo » à l'épreuve des massacres dans la région de Beni-Lubero ----- 31

Le gel des avoirs de Joseph Kabila : Allumette ou extincteur des dynamiques de la belligérance entre l'AFC-M23 et le régime de Kinshasa ?----- 53

Gouvernance de crise, recomposition socio-économique et résilience en Ville de Goma de janvier 2025 à avril 2026 ----- 69

Décisions d'investissement des petites et moyennes entreprises en contexte des conflits armés : une analyse microéconomique à l'épreuve de la théorie de l'utilité espérée à Goma, République Démocratique du Congo ----- 91

De la vulnérabilité aiguë à la résilience d'urgence d'une institution de microfinance en contexte de conflit armé : Étude de cas de PAIDEK SA 123

Awareness, preventive practices, and socio-demographic determinants of cervical cancer awareness among women in Omu-Aran, Nigeria:----- 151

Caractérisation d'un écosystème artificiel urbain, typologie des polluants et description des conséquences éventuelles sur la santé humaine : ----- 171

Perceived Effects of Environmental Pollution Exposure on Pregnancy Outcomes among Women of Reproductive Age in Ilorin, Kwara State, Nigeria ----- 195

Résidus de pesticides et pratiques phytosanitaires dans les tomates fraîches commercialisées à Butembo (Nord-Kivu, RDC) :----- 221

Activité antibactérienne et antifongique in vitro de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* : revue systématique et méta-analyse des concentrations minimales inhibitrices entre 1990 et 2026 ----- 247

Énergie électrique, politique et développement dans la Région de Beni-Lubero : une approche par l'interconnexion des sources d'énergie----- 273

Prise en charge des impropriétés dans les productions orales des apprenants "baswahili" en classe de français ----- 297

ISSN : 3008-1211  
e-ISSN : 3008-122X

Volume 17 - N° 35  
Juin 2026

## Activité antibactérienne et antifongique in vitro de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* : revue systématique et méta-analyse des concentrations minimales inhibitrices entre 1990 et 2026

### In Vitro Antibacterial and Antifungal Activity of *Eucalyptus globulus* Essential Oil: A Systematic Review and Meta-Analysis of Minimum Inhibitory Concentrations from 1990 to 2026

Emile Justin Watumwa<sup>1\*</sup>, Roland Muhindo Muyisa<sup>2</sup>, Jean-Marie Kavusa Vyalema<sup>1</sup>, Wivine Masika Kitasuvirwa<sup>1</sup>, Victoire Ushindi Sihingirwa<sup>1</sup>, Consolé Zawadi Kitambala<sup>3</sup>, Angelus Paluku Kamboyera<sup>4</sup>, Patrick Memvanga Bondo<sup>5</sup>

#### Résumé

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*, généralement riche en monoterpènes et souvent dominée par le 1,8-cinéole, présente un intérêt pour son potentiel antimicrobien, mais les niveaux d'activité rapportés varient selon le chimiotype, le procédé d'extraction, le microorganisme et les conditions expérimentales. Cette revue systématique et méta-analyse exploratoire visait à synthétiser les données publiées entre 1990 et le 20 juillet 2026 sur les concentrations minimales inhibitrices, bactéricides et fongicides (CMI, CMB et CMF), les zones d'inhibition, la composition chimique, la teneur en 1,8-cinéole, l'origine des huiles, les méthodes d'extraction et les antimicrobiens de référence. Une cartographie de 129 références PubMed a été réalisée ; 35 publications ont été retenues comme directement pertinentes ou prioritaires et 16 études ont fait l'objet d'une extraction approfondie. Les unités d'origine ont été conservées lorsqu'aucune conversion fiable n'était possible. Pour neuf estimations de CMI contre le MRSA exprimées en mg/mL, la médiane était de 4,0 mg/mL (IQR : 0,33–10), avec une moyenne géométrique

<sup>1</sup> 1. Faculté des sciences pharmaceutiques, Université Catholique du Graben, Butembo, République démocratique du Congo.

2. Faculté de Médecine, Université Catholique du Graben, Butembo, République démocratique du Congo.

3. Institut Supérieur de Techniques Médicales de Beni, République démocratique du Congo.

4. Institut Supérieur de Techniques Médicales de Mangina, République démocratique du Congo.

5. Faculté des sciences pharmaceutiques, Université de Kinshasa, République démocratique du Congo.

\* Auteur correspondant : E-mail : [justinwatumwa@gmail.com](mailto:justinwatumwa@gmail.com), Tel : +243976531498

exploratoire de 2,10 mg/mL. La teneur en 1,8-cinéole variait de 10,95 à 95,61 %. L'huile essentielle d'*E. globulus* montre ainsi une activité antibactérienne et antifongique in vitro, mais l'hétérogénéité chimique et méthodologique empêche de définir une CMI universelle et souligne la nécessité de méthodes d'essai et de caractérisation mieux standardisées

Mots-clés : *Eucalyptus globulus* ; huile essentielle ; 1,8-cinéole ; activité antimicrobienne ; CMI

## Abstract

*Eucalyptus globulus* essential oil, generally rich in monoterpenes and frequently dominated by 1,8-cineole, has attracted interest because of its antimicrobial potential, although reported activity varies with chemotype, extraction procedure, test organism, and experimental conditions. This systematic review and exploratory meta-analysis aimed to synthesize evidence published between 1990 and 20 July 2026 on minimum inhibitory, bactericidal, and fungicidal concentrations (MIC, MBC, and MFC), inhibition zones, chemical composition, 1,8-cineole content, oil origin, extraction methods, and reference antimicrobials. An initial map of 129 PubMed-indexed records was prepared; 35 publications were considered directly relevant or high priority and 16 studies underwent detailed extraction. Original units were retained when reliable conversion was not possible. For nine comparable MRSA MIC estimates expressed in mg/mL, the median was 4.0 mg/mL (IQR 0.33–10), with an exploratory geometric mean of 2.10 mg/mL. Reported 1,8-cineole content ranged from 10.95% to 95.61%. Overall, *E. globulus* essential oil shows in vitro antibacterial and antifungal activity, but chemical and methodological heterogeneity prevents definition of a universal MIC and supports the need for better standardization of oil characterization and antimicrobial susceptibility-testing procedures.

Keywords: *Eucalyptus globulus*; essential oil; 1,8-cineole; antimicrobial activity; MIC

## 1. Introduction

Les infections bactériennes et fongiques restent une cause importante de morbidité, tandis que l'augmentation de la résistance aux antimicrobiens fragilise progressivement l'efficacité de plusieurs traitements courants (Iseppi et al., 2021 ; Wińska et al., 2019). Cette situation a relancé l'intérêt pour les substances naturelles capables d'agir non seulement sur les cellules planctoniques, mais aussi sur les cellules persistantes, les biofilms et certains facteurs de virulence. Les huiles essentielles occupent une place particulière dans ce domaine grâce à la diversité de leurs composés terpéniques et à leur activité décrite contre les bactéries Gram positives et Gram négatives, les levures et les moisissures. Les travaux de dépistage comme les grandes

revues convergent toutefois sur un point : leur efficacité dépend à la fois de la composition chimique de l'huile et des conditions microbiologiques dans lesquelles elle est testée (Hammer et al., 1999 ; Kalemba & Kunicka, 2003 ; Burt, 2004 ; Wińska et al., 2019).

Parmi les plantes aromatiques les plus étudiées, *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae) occupe une place de premier plan. Son huile essentielle est généralement obtenue à partir des feuilles par hydrodistillation ou entraînement à la vapeur, même si certaines recherches ont porté sur les fruits, des huiles commerciales ou des fractions chromatographiques. Le 1,8-cinéole, également appelé eucalyptol, constitue souvent le composé principal. Il peut néanmoins être accompagné, dans des proportions très variables, d' $\alpha$ -pinène, de  $\beta$ -pinène, de limonène, de p-cymène, de  $\gamma$ -terpinène, d' $\alpha$ -terpinéol, de globulol, de spathulénol ou encore d'aromadendrène (Mulyaningsih et al., 2010, 2011 ; Salem et al., 2018 ; Čmíková et al., 2023 ; Shah et al., 2023). Cette diversité est influencée par l'origine géographique, le climat, l'organe végétal, la période de récolte, le séchage, les conditions de distillation, le stockage et le chimiotype. Les comparaisons entre huiles de feuilles et de fruits montrent d'ailleurs qu'une teneur élevée en 1,8-cinéole ne garantit pas systématiquement une activité antimicrobienne plus forte (Mulyaningsih et al., 2010, 2011 ; Čmíková et al., 2023).

L'activité antimicrobienne de cette huile repose vraisemblablement sur plusieurs mécanismes complémentaires. Du fait de leur lipophilie, certains constituants peuvent s'insérer dans les membranes microbiennes, modifier leur fluidité et accroître leur perméabilité. Ces perturbations favorisent la fuite d'ions et de métabolites, désorganisent le gradient protonique et peuvent altérer des protéines ou des enzymes membranaires. D'autres effets ont été rapportés sur la production d'espèces réactives de l'oxygène, le quorum sensing, l'adhésion cellulaire et la maturation des biofilms. Si le 1,8-cinéole possède une activité propre, l'effet de l'huile entière semble surtout résulter d'interactions additives, synergiques ou antagonistes entre les monoterpènes oxygénés, les hydrocarbures monoterpéniques et les sesquiterpènes (Hendry et al., 2009 ; Hyldgaard et al., 2012 ; Mulyaningsih et al., 2010 ; Shahina et al., 2022). Les observations obtenues aussi bien sur les cultures planctoniques que sur les biofilms indiquent donc qu'aucun constituant ne

suffit, à lui seul, à expliquer l'ensemble de l'activité (Hendry et al., 2009 ; Mulyaningsih et al., 2010 ; Hyldgaard et al., 2012 ; Merghni et al., 2018).

L'huile essentielle d'*E. globulus* a été évaluée sur des microorganismes d'intérêt clinique, alimentaire, vétérinaire et phytopathologique. Parmi les espèces les plus souvent étudiées figurent *Staphylococcus aureus*, sensible ou résistant à la méthicilline, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Mycobacterium* spp., *Candida* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Botrytis cinerea* et *Trichophyton rubrum*. L'huile a été testée seule, mais aussi en association avec la chlorhexidine, l'oxacilline, l'ampicilline, la mupirocine, plusieurs antifongiques, le miel ou d'autres huiles essentielles (Tohidpour et al., 2010 ; Bachir & Benali, 2012 ; Tyagi & Malik, 2014 ; Merghni et al., 2018 ; Elangovan & Mudgil, 2023).

Malgré ce volume important de publications, les résultats restent difficiles à comparer. La concentration minimale inhibitrice (CMI) correspond à la plus faible concentration pouvant empêcher toute croissance visible dans les conditions de l'essai. La concentration minimale bactéricide (CMB) et la concentration minimale fongicide (CMF) désignent, pour leur part, la plus faible concentration après laquelle le repiquage ne permet plus de récupérer un nombre défini de cellules viables. Les zones d'inhibition sont utiles pour le dépistage initial, mais leur diamètre dépend fortement de la diffusion et de la volatilité de l'huile, du diamètre du disque ou du puits, du volume déposé et de l'émulsifiant. Les concentrations sont en outre exprimées en mg/mL, µg/mL, µL/mL ou % v/v, souvent sans indication de la densité du lot, ce qui empêche certaines conversions fiables. Dans ce contexte, la présente revue visait à synthétiser les CMI, CMB, CMF et zones d'inhibition publiées entre 1990 et le 20 juillet 2026. Elle examinait également les microorganismes testés, la composition chimique, la teneur en 1,8-cinéole, les méthodes d'extraction et d'évaluation, l'origine géographique, les antimicrobiens témoins et les principales sources d'hétérogénéité.

## 2. Méthodes

### 2.1. Source d'information et stratégie de recherche

Les données collectées dans le cadre de cette étude proviennent uniquement des sources documentaires. La recherche documentaire a été

conduite principalement dans PubMed/MEDLINE pour la période comprise entre le 1er janvier 1990 et le 20 juillet 2026. Le corpus préparatoire a été examiné au niveau du titre et du résumé, puis les références ont été classées selon leur proximité avec la question de recherche : études directement consacrées à *E. globulus*, travaux comparant plusieurs espèces d'Eucalyptus, recherches mécanistiques sur le 1,8-cinéole et publications méthodologiques ou de synthèse. Un chaînage des références a complété cette démarche afin d'identifier des études quantitatives absentes du corpus initial, notamment une étude antifongique portant sur le genre *Candida*. Les publications retrouvées par cette voie ont été présentées séparément et n'ont pas été comptabilisées parmi les 129 notices PubMed.

## 2.2. Critères d'éligibilité

Les critères d'éligibilité et les principales caractéristiques retenues pour l'extraction des données sont présentés dans le tableau 1

**Tableau 1. Critères d'éligibilité et d'extraction.**

| Domaine             | Critères d'éligibilité                                                                                                                            | Données / critères d'extraction                                                                                                                                      |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Intervention</b> | Huile essentielle d' <i>E. globulus</i> entière ; données séparables pour une fraction ou le 1,8-cinéole conservées comme analyses mécanistiques. | Organe végétal utilisé ; état frais ou sec ; saison de récolte ; méthode d'extraction ; méthode de caractérisation chimique ; proportion de 1,8-cinéole.             |
| <b>Comparateurs</b> | Antibiotique, antifongique, antiseptique, solvant, émulsifiant, huile d'une autre plante ou témoin de croissance.                                 | Nom et concentration de l'antimicrobien/antiseptique utilisé comme témoin positif ; solvant ou émulsifiant utilisé et sa concentration lorsqu'elle était disponible. |
| <b>Résultats</b>    | CMI, CMB, CMF, diamètre d'inhibition, pourcentage d'inhibition, cinétique de létalité, biofilm ou synergie.                                       | Valeur, unité, conditions d'essai, répétitions et analyse statistique lorsqu'elles étaient disponibles.                                                              |
| <b>Plans</b>        | Études in vitro originales ; revues utilisées pour repérage et contextualisation, mais                                                            | Année et pays de publication ; pays d'origine de la plante ou du produit commercial.                                                                                 |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Exclusions quantitatives</b> | non combinées avec les études primaires.<br>Extraits non volatils ; mélanges sans résultat séparé ; absence d'unité ; doublons ; articles dont les valeurs ne pouvaient être attribuées à <i>E. globulus</i> . | Motif d'exclusion : extrait non volatil, mélange sans résultat séparé, absence d'unité, doublon ou valeur non attribuable à <i>E. globulus</i> ; statut dans la synthèse qualitative ou quantitative. |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 2.3. Variables extraites

Année et pays de publication, ainsi que le pays d'origine de la plante ou du produit commercial. Organe végétal utilisé, état frais ou sec, saison de récolte et méthode d'extraction. Méthode de caractérisation chimique et proportion de 1,8-cinéole. Espèce et souche microbiennes, statut de résistance et catégorie de microorganisme. Méthode microbiologique, inoculum, milieu de culture, solvant ou émulsifiant et nombre de répétitions. CMI, CMB, CMF, diamètre d'inhibition, activité sur le biofilm et interactions entre agents. Antibiotiques, antifongiques ou antiseptiques utilisés comme témoins, avec leurs concentrations lorsqu'elles étaient disponibles.

### 2.4. Harmonisation des unités

Les valeurs exprimées en µg/mL ont été converties en mg/mL par division par 1 000. En revanche, aucune conversion n'a été réalisée entre les unités mg/mL, µL/mL et % v/v lorsque la densité expérimentale du lot n'était pas indiquée. Recourir à une densité théorique aurait créé une précision trompeuse, car cette propriété varie avec la composition de l'huile et la température. Les valeurs de MIC 50 et de MIC 90 issues d'une modélisation logit ont également été distinguées des CMI classiques, définies par l'absence de croissance visible.

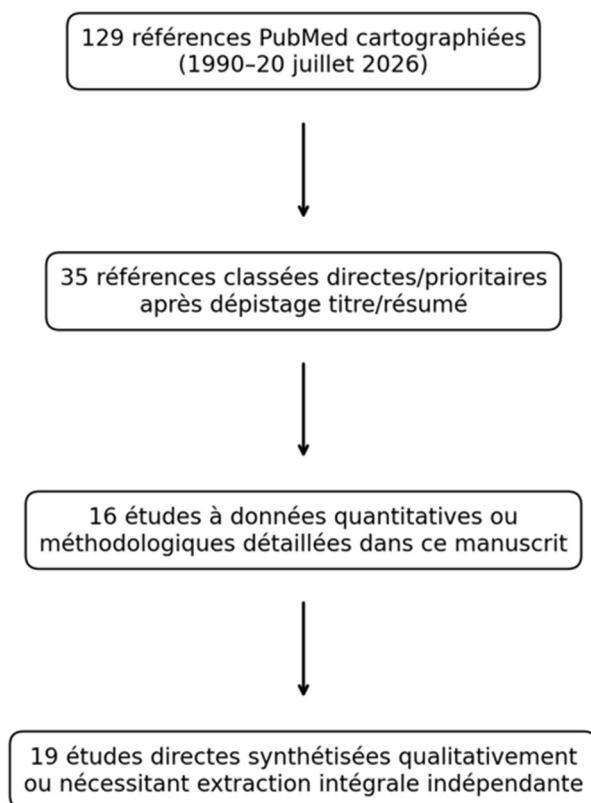
### 2.5. Synthèse et analyse statistique

Les données ont été résumées par la médiane, l'intervalle interquartile, les valeurs minimale et maximale et la moyenne géométrique. Les CMI ont été analysées après transformation logarithmique. Pour les études sur le MRSA dont les résultats étaient exprimés en mg/mL, une moyenne géométrique à pondération égale et un intervalle de confiance t à 95 % ont été calculés à

partir des estimations propres à chaque étude. Cette approche demeure exploratoire et ne saurait remplacer une méta-analyse pondérée par l'inverse de la variance, impossible à conduire en l'absence d'erreurs standards comparables ou de données brutes suffisamment homogènes. Les diamètres des zones d'inhibition n'ont donc pas été fusionnés en une moyenne globale.

## **2.6. Qualité méthodologique**

La qualité du rapport méthodologique a été examinée à partir de onze éléments : identification botanique, origine du matériel, méthode d'extraction, profil GC-MS ou GC-FID, teneur en 1,8-cinéole, standardisation de l'inoculum, utilisation d'une méthode de dilution reconnue, présence d'un témoin de solvant ou d'émulsifiant, recours à un antimicrobien positif, indication des répétitions ou des analyses statistiques, et clarté des unités. Cette grille a été conçue pour tenir compte des particularités des huiles essentielles ; elle ne constitue pas un outil clinique validé d'évaluation du risque de biais.



**Figure 1. Flux de travail préparatoire de sélection et d'extraction.**

### **3. Résultats**

#### **3.1. Sélection et architecture du corpus**

La cartographie a porté sur 129 références PubMed. Parmi elles, 35 ont été classées dans la catégorie A, correspondant aux études directes ou prioritaires ; 22 dans la catégorie B, consacrée aux études comparatives ou connexes ; 28 dans la catégorie C, regroupant les travaux sur le 1,8-cinéole ou l'eucalyptol ; et 44 dans la catégorie D, réunissant les revues, méthodes et publications de contexte. Seize études présentaient un niveau de détail suffisant pour alimenter la matrice quantitative et méthodologique. Les 19 autres études directes ou prioritaires ont été synthétisées qualitativement ou nécessitaient une extraction intégrale indépendante. Le corpus disponible ne permet toutefois pas de donner séparément un nombre vérifiable de doublons supprimés, d'articles examinés uniquement sur titre/résumé, d'articles

examinés en texte intégral et d'articles exclus après lecture intégrale ; ces nombres n'ont pas été enregistrés séparément dans le corpus de départ. Les exclusions quantitatives correspondaient aux critères définis au tableau 1 : extraits non volatils, mélanges sans résultat séparé, absence d'unité, doublons et valeurs ne pouvant être attribuées à E. globulus.

**Tableau 2. Caractéristiques des études quantitatives ou méthodologiques centrales.**

| Étude                                | Origine                    | Extraction/chimie                           | 1,8-cinéole                            | Microorganismes                                     | Méthode                                            | Témoins                                               | Résultats clés                                                                               |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tohidpour et al. (2010)              | Iran                       | Hydrodistillation/NR selon texte accessible | 47,2 %                                 | S. aureus résistant à la méthicilline (MRSA)        | Diffusion sur disque; dilution                     | Vancomycine, méthicilline, cotrimoxazole              | CMI moyenne 0,0856 mg/mL; zone huile 8 mm; vancomycine 15 mm                                 |
| Mulyaningsih et al. (2010)           | Allemagne / NR             | Hydrodistillation/GC-MS                     | 14,55 % (fruit); aromadendrone 31,17 % | S. aureus sensibles et résistants; autres bactéries | Microdilution; checkerboard                        | Antibiotiques selon souches                           | CMI huile de fruit 0,12–1 mg/mL; synergie aromadendrone–1,8-cinéole; zone d'inhibition : NR. |
| Mulyaningsih et al. (2011)           | Allemagne / NR             | Hydrodistillation/GC-MS                     | 86,51 % (feuille); 14,55 % (fruit)     | Bactéries multirésistantes                          | Microdilution                                      | Antibiotiques de référence selon protocole            | CMI feuille 2 à >4 mg/mL; fruit 0,25–1 mg/mL; zone d'inhibition : NR.                        |
| Noumi et al. (complémentaire) (2011) | Tunisie; huile commerciale | Non applicable/NR; GC-MS                    | 95,61 %                                | 25 souches de <i>Candida</i> spp. buccales          | Diffusion sur disque; microdilution; repiquage CMF | Amphotéricine B                                       | Zone 12–26,33 mm; CMI 0,0097–2,5 mg/mL; CMF 1,25 à >10 mg/mL                                 |
| Bachir & Benali (2012)               | Algérie                    | Hydrodistillation                           | NR dans le tableau extrait             | E. coli; S. aureus                                  | Diffusion sur disque; dilution en bouillon         | Antibiotiques/contrôles de croissance selon protocole | Zones 8–26 mm; effet concentration- et inoculum-dépendant                                    |
| Hamoud et al. (2012)                 | Allemagne                  | Huile commerciale/GC-MS                     | 81,93 %                                | MRSA                                                | Microdilution DIN; time-kill                       | Antibiotiques usuels selon souches                    | CMI 10 mg/mL; CMB/CMC 20 mg/mL; zone d'inhibition : NR.                                      |

| Étude                  | Origine                                          | Extraction/chimie                            | 1,8-cinéole                                    | Microorganismes                                               | Méthode                                           | Témoins                                                         | Résultats clés                                                                 |
|------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Tyagi et al. (2014)    | Italie; huile commerciale                        | Commerciale; GC-MS liquide et espace de tête | 80,5 % (liquide); 63,9 % (vapeur)              | 8 levures d'altération alimentaire                            | Diffusion disque/vapeur; microdilution            | Contrôle de croissance; antifongique positif clairement indiqué | CMI 0,56–4,5 mg/mL; CMF 2,25–9 mg/mL; zone d'inhibition : NR.                  |
| Park et al. (2016)     | République de Corée                              | NR dans résumé; analyse chimique rapportée   | NR dans résumé PubMed                          | 7 bactéries pathogènes de poissons                            | Diffusion; microdilution; repiquage CMB           | Amoxicilline, tétracycline, chloramphénicol                     | CMI 7,8–125 mg/mL; CMB 62–250 mg/mL; zone d'inhibition : NR.                   |
| Merghni et al. (2018)  | Tunisie                                          | Hydrodistillation/GC-MS                      | 32,19 % dans le lot rapporté                   | Souches de MRSA                                               | Diffusion; microdilution; biofilm; quorum sensing | Antibiotiques/agents anti-biofilm selon essais                  | Zone huile 10,7–26,3 mm; CMI huile 10 mg/mL; CMI cinéole 1,25 mg/mL            |
| Salem et al. (2018)    | Tunisie                                          | Hydrodistillation/GC-MS                      | 32,19 %; p-cymène dominant à la fructification | MRSA                                                          | Diffusion; microdilution; checkerboard            | Ampicilline                                                     | CMI 2–4 mg/mL; zone jusqu'à 38 mm; interaction partielle avec ampicilline      |
| Assaggaf et al. (2022) | Maroc (Larache)                                  | Hydrodistillation Clevenger; GC-MS           | 90,14 %                                        | 6 bactéries; C. albicans, T. rubrum, A. niger                 | Diffusion disque; microdilution                   | Chloramphénicol; nystatine                                      | Bactéries: CMI=CMB 0,5–2 % v/v; champignons: CMI 2–4 % v/v; zones 12,9–21,4 mm |
| Čmíková et al. (2023)  | Plante cultivée en Espagne; fournisseur slovaque | Distillation à la vapeur; GC/GC-MS           | 63,1 %                                         | 6 bactéries, 4 Candida, 3 moisissures, biofilm P. fluorescens | Diffusion disque; MIC50/MIC90 par logit           | Gentamicine, céfoxitine, fluconazole (meropénème)               | Zones 2,33–14 mm; MIC50 2,93–374,02 µL/mL; MIC90 3,17–397,64 µL/mL             |

Activité antibactérienne et antifongique in vitro de l'huile essentielle d'Eucalyptus

| Étude                                   | Origine              | Extraction/chimie                      | 1,8-cinéole                                            | Microorganismes                                                                                       | Méthode                                               | Témoins                                                   | Résultats clés                                                                                                          |
|-----------------------------------------|----------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |                      |                                        |                                                        |                                                                                                       |                                                       | mentionné ailleurs)                                       |                                                                                                                         |
| Shah et al. (2023)                      | Pakistan (Islamabad) | Hydrodistillation Clevenger 3 h; GC-MS | Eucalyptol identifié; pourcentage non clairement donné | 6 bactéries alimentaires/clinico-vétérinaires                                                         | Diffusion en puits; microdilution résazurine          | Érythromycine 1 mg/mL                                     | Zones 16–21 mm; CMI 0,4–2 % v/v; CMB 3–4 % v/v                                                                          |
| Ait Benlabchir & Fikri-Benbrahim (2024) | Maroc (Rabat)        | Hydrodistillation Clevenger 3 h; GC-MS | 62,32 %                                                | S. aureus, S. epidermidis et 4 bacilles Gram négatif                                                  | Diffusion disque; microdilution                       | Pénicilline, gentamicine, ampicilline                     | Huile brute: zones env. 9–14 mm; ambiguïté d'unité CMI/CMB entre µg/mL et µL/mL                                         |
| Hadj-Moussa et al. (2024)               | Algérie (Seraïdi)    | Hydrodistillation; GC-MS               | 10,95 %; linalol 30,09 %                               | <i>Fusarium roseum</i> ; <i>Pseudomonas savastanoi</i>                                                | Inhibition mycélienne; dilution/repiquage ; diffusion | Témoin positif conventionnel non clairement rapporté      | <i>Fusarium</i> : CMI 2,5 mg/mL, CMF 4 mg/mL; <i>Pseudomonas</i> : zones 11–22 mm                                       |
| Phokwe et al. (2026)                    | Afrique du Sud       | NR                                     | NR dans résumé PubMed                                  | <i>Fusarium</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Purpureocillium</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Trametes</i> | Inhibition de croissance fongique sur milieu          | Huile de Lantana camara et témoins expérimentaux          | Inhibition fongique maximale rapportée jusqu'à 93 %; pas de CMI/CMF standardisée; zone d'inhibition : NR.               |
| Pereira et al. (2026)                   | Brésil               | NR                                     | NR                                                     | <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium                                                        | CMI; time-kill; essai in situ sur porc                | Huile de Cymbopogon flexuosus et témoins microbiologiques | Effet bactéricide de l'huile d'eucalyptus à 4×CMI; valeur absolue à extraire du texte intégral; zone d'inhibition : NR. |



### 3.2. Composition chimique et teneur en 1,8-cinéole

Dans les lots pour lesquels la composition était disponible, la proportion de 1,8-cinéole variait de 10,95 à 95,61 %. Cette étendue doit être interprétée avec prudence, car les valeurs extrêmes provenaient d'huiles essentielles de nature différente. La valeur de 10,95 % rapportée par Haj Moussa et al. correspond à une huile caractérisée par une teneur élevée en linalol (30,09 %), tandis que la valeur de 95,61 % correspond à une huile commerciale étudiée sur des souches buccales de *Candida*. Ces valeurs ne doivent donc pas être interprétées comme une variation attribuable uniquement à la variété ou au procédé d'extraction. La médiane atteignait 81,22 %, pour un intervalle interquartile de 50,98 à 85,55 %. Cette dispersion confirme que des huiles provenant d'organes végétaux ou de lots différents ne peuvent pas être considérées comme chimiquement équivalentes. Une caractérisation de chaque lot par GC-MS, complétée si possible par une quantification GC-FID, apparaît donc nécessaire.

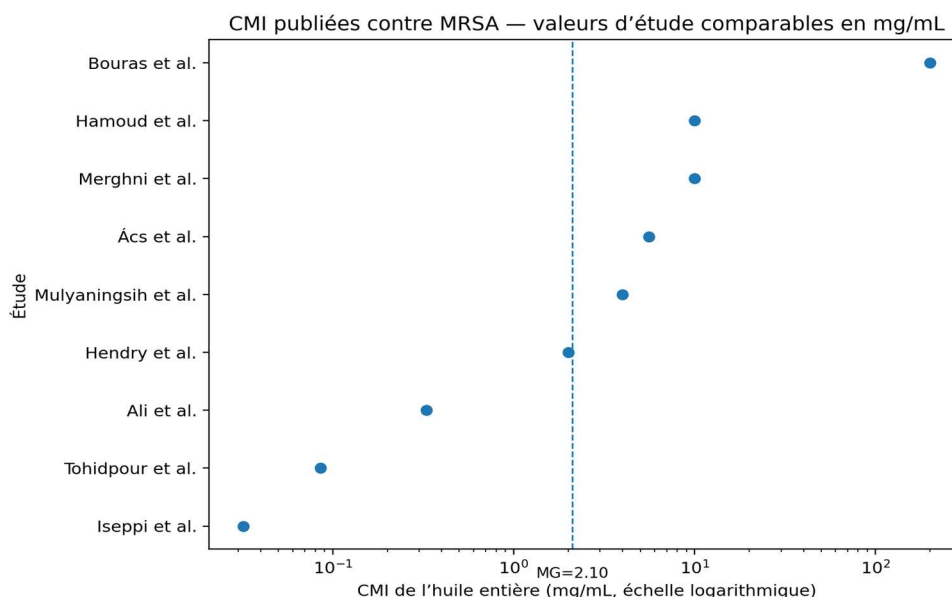
### 3.3. Activité antibactérienne

#### 3.3.1. *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline

Les estimations directement comparables de la CMI et de la CMB de l'huile essentielle entière contre le MRSA sont regroupées dans le tableau 3 afin de préciser les données utilisées pour la synthèse exploratoire. Neuf estimations de la CMI de l'huile entière contre le MRSA étaient directement comparables en mg/mL. La médiane s'élevait à 4,00 mg/mL (IQR : 0,33–10,00), avec des valeurs allant de 0,032 à 200 mg/mL. La moyenne géométrique exploratoire était de 2,10 mg/mL (IC à 95 % : 0,26–16,73). L'étendue de cet intervalle ne traduit pas l'existence d'une valeur pharmacologique unique ; elle met surtout en évidence la grande diversité des huiles, des souches et des protocoles. Les synthèses précédentes rapportent elles aussi une forte dispersion des CMI et des diamètres d'inhibition obtenus contre le MRSA (Tohidpour et al., 2010 ; Hendry et al., 2009 ; Mulyaningsih et al., 2010 ; Merghni et al., 2018 ; Elangovan & Mudgil, 2023).

**Tableau 3. Valeurs de CMI/CMB de l'huile entière contre MRSA utilisées pour la synthèse exploratoire.**

| Étude               | Année | Pays        | 1,8-cinéole (%) | CMI mg/mL | CMB mg/mL | Méthode                               |
|---------------------|-------|-------------|-----------------|-----------|-----------|---------------------------------------|
| Ács et al.          | 2016  | Hongrie     | 84.80           | 5.6       | 11.3      | Dilution en tube ; diffusion ; vapeur |
| Ali et al.          | 2022  | Pakistan    | NR              | 0.33      | NR        | Diffusion en puits; dilution          |
| Bouras et al.       | 2016  | Algérie     | NR              | 200       | 200       | Diffusion sur disque ; dilution       |
| Hamoud et al.       | 2012  | Allemagne   | 81.93           | 10        | 20        | Microdilution ; cinétique de létalité |
| Hendry et al.       | 2009  | Royaume-Uni | NR              | 2         | NR        | CLSI; biofilm; checkerboard           |
| Iseppi et al.       | 2021  | Italie      | NR              | 0.032     | NR        | Microdilution; synergie               |
| Merghni et al.      | 2018  | Tunisie     | 32.19           | 10        | NR        | Diffusion; microdilution; biofilm/QS  |
| Mulyaningsih et al. | 2011  | Allemagne   | 86.51           | 4         | NR        | Microdilution                         |
| Tohidpour et al.    | 2010  | Iran        | 47.20           | 0.0856    | NR        | Diffusion; dilution                   |



**Figure 2. Distribution logarithmique des CMI contre le MRSA. La ligne discontinue représente la moyenne géométrique calculée avec une pondération égale.**

Les essais de combinaison indiquent que l'activité ne dépend pas uniquement de l'huile utilisée isolément. Des effets de potentialisation ont été décrits avec la chlorhexidine, l'oxacilline, l'ampicilline, la mupirocine ou d'autres huiles essentielles. Ces observations doivent néanmoins être interprétées avec prudence. La démonstration d'une véritable synergie exige de connaître les CMI de chaque agent seul, celles obtenues en association et l'indice de concentration fractionnaire inhibitrice. Une simple baisse de la concentration nécessaire peut en effet correspondre à une interaction additive plutôt qu'à une synergie (Hendry et al., 2009 ; Mulyaningsih et al., 2010 ; Elangovan & Mudgil, 2023).

### 3.3.2. Autres bactéries Gram positives et Gram négatives

Les bactéries le plus souvent étudiées comprenaient *S. aureus*, *S. epidermidis*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae* et *Acinetobacter baumannii*, auxquelles s'ajoutaient plusieurs agents pathogènes de poissons. Dans plusieurs études, les bactéries Gram positives

paraissaient plus sensibles que les Gram négatives. Cette tendance restait toutefois inconstante et n'était pas retrouvée pour tous les lots d'huile.

Dans l'étude marocaine portant sur une huile contenant 90,14 % de 1,8-cinéole, les CMI et les CMB étaient identiques, entre 0,5 et 2 % v/v, ce qui suggère un effet bactéricide dès les concentrations inhibitrices. Une étude pakistanaise rapportait des CMI de 0,4 à 2 % v/v, alors que les CMB atteignaient 3 à 4 % v/v. À l'inverse, les valeurs observées chez sept bactéries pathogènes de poissons étaient beaucoup plus élevées, avec des CMI de 7,8 à 125 mg/mL et des CMB de 62 à 250 mg/mL. De tels écarts peuvent tenir à l'espèce testée, au milieu de culture, à la qualité de l'émulsification ou au critère choisi pour interpréter la croissance.

### 3.4. Activité antifongique

#### 3.4.1. *Candida spp.*

Dans l'étude complémentaire menée sur 25 souches buccales de *Candida*, le diamètre moyen de la zone d'inhibition était de 19,14 mm et la médiane de 19,33 mm, pour des valeurs comprises entre 12 et 26,33 mm. La CMI médiane atteignait 0,0097 mg/mL (IQR : 0,0097–0,039), avec une valeur extrême de 2,5 mg/mL. Les CMF étaient le plus souvent situées entre 2,5 et 10 mg/mL. Une discordance a toutefois été relevée entre certaines valeurs du tableau et le résumé narratif de l'article ; une vérification du texte original reste donc nécessaire avant toute inclusion définitive.

#### 3.4.2. Levures d'altération alimentaire

Chez les huit levures d'altération alimentaire, la CMI médiane était de 2,25 mg/mL et la CMF médiane de 4,50 mg/mL. Dans la plupart des cas, le rapport CMF/CMI était proche de 2 : le passage d'un effet inhibiteur à un effet fongicide nécessitait donc généralement un doublement de la concentration. Deux espèces présentaient cependant un rapport plus élevé.

#### 3.4.3. Moisissures et dermatophytes

Les champignons filamenteux étudiés incluaient *Fusarium roseum*, *F. solani*, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Penicillium citrinum*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium*, *Purpureocillium* et *Trametes*, tandis que *Trichophyton rubrum* représentait les dermatophytes. Une huile algérienne dominée par le linalol et relativement pauvre en 1,8-cinéole présentait, contre *F. roseum*, une

CMI de 2,5 mg/mL et une CMF de 4 mg/mL. À l'inverse, une huile marocaine contenant 90,14 % de cinéole avait une CMI de 4 % v/v contre *T. rubrum* et *A. niger*. Enfin, une étude publiée en 2026 sur des champignons associés au charançon du maïs rapportait jusqu'à 93 % d'inhibition, sans déterminer de CMI ou de CMF selon une méthode de référence.

### **3.5. Diamètres des zones d'inhibition**

À l'échelle du corpus, les diamètres d'inhibition s'étendaient approximativement de 0 à 38 mm pour le MRSA et de 2,33 à 26,33 mm dans plusieurs séries bactériennes et fongiques. Une zone large n'implique pas nécessairement une CMI faible, car les constituants hydrophobes et volatils ne diffusent pas de manière linéaire dans l'agar. Le volume d'huile déposé variait de 1 à 30  $\mu$ L. Par ailleurs, certains auteurs mesuraient la zone totale, disque compris, tandis que d'autres en retranchaient le diamètre du disque. Ces différences de lecture réduisent encore la comparabilité des résultats.

### **3.6. Qualité méthodologique des études**

La qualité du rapport méthodologique a été appréciée à partir des onze éléments définis dans la section 2.6. Les études les mieux documentées combinaient généralement une identification ou une origine clairement rapportée de l'huile, une caractérisation chromatographique, une méthode de dilution ou de microdilution décrite, un témoin positif et des informations sur les répétitions. Dans le corpus central, Mulyaningsih et al. (2010, 2011), Hamoud et al. (2012), Merghni et al. (2018), Salem et al. (2018), Assaggaf et al. (2022) et Čmiková et al. (2023) fournissaient plusieurs de ces éléments. À l'inverse, certaines études présentaient des informations incomplètes, notamment sur la caractérisation chimique, les conditions d'essai ou les répétitions. Les études rapportant les CMI les plus faibles n'étaient donc pas nécessairement les plus solides méthodologiquement. Les études utilisant uniquement la diffusion sur disque ou en puits ont été conservées pour le dépistage, mais considérées comme moins directement comparables aux études utilisant une microdilution avec des conditions expérimentales explicites. Enfin, les valeurs extrêmes de CMI peuvent résulter de différences de microorganisme, d'unité, de méthode, d'émulsifiant ou de caractérisation de l'huile et ne peuvent donc pas être attribuées à la seule qualité méthodologique.

## 4. Discussion

### 4.1. Résultat principal

Dans l'ensemble, les études convergent vers une activité antimicrobienne *in vitro* de l'huile essentielle d'*E. globulus* contre de nombreuses bactéries et plusieurs champignons. Elles ne permettent cependant pas de retenir une CMI unique applicable à toutes les huiles et à toutes les souches. Pour le MRSA, les valeurs couvraient plus de quatre ordres de grandeur. Une telle dispersion s'explique probablement par l'interaction de facteurs biologiques — souche, profil de résistance, état planctonique ou biofilm — et de facteurs expérimentaux — composition de l'huile, solvant, inoculum, milieu de culture et méthode de lecture (Elangovan & Mudgil, 2023).

### 4.2. Rôle du 1,8-cinéole et de la matrice terpénique

Bien qu'il soit souvent majoritaire dans l'huile essentielle des feuilles d'*E. globulus*, le 1,8-cinéole ne permet pas, à lui seul, de prévoir l'intensité de l'activité antimicrobienne. Faire de sa teneur un objet de discussion concernant la CMI n'a de sens pertinent que lorsque les huiles essentielles comparées sont de même nature, notamment lorsqu'elles proviennent du même organe végétal et sont caractérisées dans des conditions comparables. Une huile de fruit contenant 14,55 % de 1,8-cinéole et une huile de feuille contenant 86,51 % ne doivent donc pas être considérées comme deux variantes directement comparables de la même huile. Dans le corpus, certaines huiles de feuilles riches en 1,8-cinéole ont néanmoins présenté des CMI différentes, ce qui montre que la teneur en ce composé n'explique pas à elle seule l'activité observée. L'effet final dépend vraisemblablement de l'équilibre entre les différents constituants de la matrice terpénique et de leurs interactions synergiques, additives ou antagonistes (Mulyaningsih et al., 2010, 2011).

Au regard des données disponibles, une méta-régression reliant directement la CMI à la proportion de cinéole serait prématurée. Moins de dix études rapportent simultanément une CMI comparable, la composition du lot réellement testé, sa densité et une méthode expérimentale suffisamment homogène. Une corrélation simple risquerait donc d'attribuer au cinéole des écarts qui proviennent en réalité du microorganisme, de

l'émulsifiant, de l'organe végétal ou des pratiques propres à chaque laboratoire.

#### **4.3. Différences bactéries–champignons**

Les bactéries Gram positives figuraient souvent parmi les microorganismes les plus sensibles, probablement parce qu'elles ne possèdent pas la membrane externe riche en lipopolysaccharides caractéristique des bactéries Gram négatives. Cette interprétation reste toutefois partielle. La capsule, les pompes d'efflux, l'état physiologique des cellules, la capacité à former un biofilm et la composition de l'huile influencent également la réponse. Chez *Candida*, certaines CMI très faibles contrastaient avec des CMF nettement plus élevées, suggérant surtout un effet fongistatique aux faibles concentrations. Chez plusieurs levures d'altération, en revanche, un rapport CMF/CMI proche de 2 indiquait un passage plus régulier de l'inhibition à la létalité (Noumi et al., 2011; Tyagi et al., 2014).

#### **4.4. Valeur et limites des zones d'inhibition**

Les méthodes de diffusion sur disque ou en puits sont pratiques pour un dépistage initial, mais elles ne permettent pas, à elles seules, de classer la puissance des huiles. Une petite zone peut simplement refléter une diffusion limitée dans l'agar, même lorsque l'activité en bouillon est réelle. Inversement, la volatilité de certains constituants peut agrandir la zone par un effet en phase vapeur. Une comparaison rigoureuse devrait donc associer la diffusion à une méthode de dilution, inclure un témoin du solvant ou de l'émulsifiant et préciser le volume déposé, le diamètre du support et le temps de prédiffusion (Hendry et al., 2009).

#### **4.5. CMB, CMF et nature de l'effet**

La CMB et la CMF complètent utilement la CMI, car elles permettent de distinguer l'arrêt de la croissance d'un véritable effet létal. Lorsque le rapport CMB/CMI ou CMF/CMI est proche de 1 ou de 2, l'activité bactéricide ou fongicide apparaît à une concentration voisine de la concentration inhibitrice. Un rapport plus élevé rappelle qu'une absence de croissance visible ne signifie pas forcément que toutes les cellules viables ont été éliminées. L'interprétation exige donc que les études précisent le seuil de létalité, le

volume repiqué, la méthode utilisée pour neutraliser l'huile résiduelle et le milieu de récupération.

#### 4.6. Pertinence des témoins conventionnels

Les antimicrobiens de référence servent d'abord à vérifier la sensibilité de la souche et la validité du test. Leur présence ne permet pas toujours de comparer directement la puissance d'une huile essentielle à celle d'un antibiotique ou d'un antifongique, car ces produits diffèrent par leur masse molaire, leur solubilité, leur diffusion et leur mécanisme d'action. Dans les études d'association, il est nécessaire de rapporter la CMI de chaque agent utilisé seul, les CMI en combinaison, l'indice FIC et les seuils d'interprétation définis avant l'analyse. Les comparateurs les plus fréquemment retrouvés étaient la chlorhexidine, l'oxacilline, l'ampicilline, la vancomycine, la mupirocine, l'amphotéricine B, le fluconazole et la nystatine (Hendry et al., 2009 ; Elangovan & Mudgil, 2023).

#### 5. Limites

La synthèse quantitative s'appuyait sur des estimations rapportées au niveau des études, sans présentation uniforme des erreurs standards. L'intervalle de confiance calculé à pondération égale pour le sous-groupe MRSA décrit donc principalement la dispersion entre les travaux; il ne doit pas être compris comme une estimation clinique pondérée selon la précision de chaque étude.

Les unités incompatibles n'ont pas été converties. Cette décision a limité le nombre d'études pouvant être regroupées, mais elle a évité de créer une précision artificielle à partir d'une densité supposée.

Les zones d'inhibition, les résultats sur les biofilms, les essais en phase vapeur et les pourcentages d'inhibition ne pouvaient pas être ramenés à un indicateur commun. Ils ont par conséquent été présentés dans des synthèses séparées.

L'étude complémentaire consacrée à *Candida*, particulièrement riche en données, a été repérée en dehors du corpus PubMed initial. Elle a été explicitement signalée et n'a pas été incluse dans le décompte des références provenant de PubMed.

Pour satisfaire pleinement aux standards d'une revue internationale, une mise à jour de la recherche devrait également inclure Embase, Scopus, Web

of Science, CAB Abstracts, la Cochrane Library, ProQuest et les sources pertinentes de littérature grise.

## 6. Conclusion

Cette revue montre que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* peut inhiber in vitro de nombreuses bactéries Gram positives et Gram négatives, ainsi que différentes levures et moisissures. Certaines études rapportent des CMI très faibles contre des souches de MRSA ou de Candida, alors que d'autres n'observent une activité qu'à des concentrations beaucoup plus élevées. Les CMB et les CMF, moins souvent déterminées, indiquent par ailleurs que l'effet létal exige fréquemment une concentration supérieure à la CMI. La teneur en 1,8-cinéole varie considérablement entre les lots et ne suffit pas à expliquer, à elle seule, l'intensité de l'activité. Le profil terpénique global, le chimiotype, l'organe végétal, la méthode d'extraction et le protocole microbiologique interviennent également. Les principales limites de cette synthèse résident dans l'hétérogénéité des unités, des méthodes d'essai et des informations rapportées, ainsi que dans le nombre limité d'études suffisamment homogènes pour une méta-analyse quantitative robuste. Les recherches futures devraient donc privilégier une caractérisation chimique standardisée, des méthodes microbiologiques harmonisées et des données complètes permettant des comparaisons quantitatives fiables entre huiles essentielles et entre microorganismes.

## Références bibliographiques

- Ait Benlabchir, A., Fikri-Benbrahim, K., Moutawalli, A., Alanazi, M. M., Halmoune, A., Benkhoulili, F. Z., Oubihi, A., Kabra, A., Hanoune, E., Assila, H., & Benziane Ouaritini, Z. (2024). GC–MS characterization and bioactivity study of *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae) essential oils and their fractions: Antibacterial and antioxidant properties and molecular docking modeling. *Pharmaceuticals*, 17(11), Article 1552. <https://doi.org/10.3390/ph17111552>
- Ali, T., Anjum, A. A., Sattar, M. M. K., Ali, M. A., Kamran, M., Tariq, M., & Manzoor, R. (2022). Antibacterial activity of plant essential oils against indigenously characterized methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Tropical Biomedicine*, 39(1), 17–25. <https://doi.org/10.47665/tb.39.1.005>

- Alipanah, H., Abdollahi, A., Firoozian, S., Zarenezhad, E., Jafari, M., & Osanloo, M. (2022). Nanoemulsion and nanogel containing *Eucalyptus globulus* essential oil: Larvicidal activity and antibacterial properties. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2022, Article 1616149. <https://doi.org/10.1155/2022/1616149>
- Assaggaf, H. M., Mrabti, H. N., Rajab, B. S., Attar, A. A., Hamed, M., Sheikh, R. A., El Omari, N., El Menyiy, N., Belmehdi, O., Mahmud, S., Alshahrani, M. M., Park, M. N., Kim, B., Zengin, G., & Bouyahya, A. (2022). Singular and combined effects of essential oil and honey of *Eucalyptus globulus* on anti-inflammatory, antioxidant, dermatoprotective, and antimicrobial properties: In vitro and in vivo findings. *Molecules*, 27(16), Article 5121. <https://doi.org/10.3390/molecules27165121>
- Bachir, R. G., & Benali, M. (2012). Antibacterial activity of the essential oils from the leaves of *Eucalyptus globulus* against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(9), 739–742. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(12\)60220-2](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60220-2)
- Bouras, M., Abbaci, N. B., & Bennadja, S. (2016). Antibacterial activity of essential oil and aqueous extract of *Eucalyptus globulus* against methicillin resistance *Staphylococcus aureus* and methicillin sensitive *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(10), 1717–1721.
- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—A review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
- Elangovan, S., & Mudgil, P. (2023). Antibacterial properties of *Eucalyptus globulus* essential oil against MRSA: A systematic review. *Antibiotics*, 12(3), Article 474. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12030474>
- Haj Moussa, H., Benamara, S., Benhalima, H., Benaliouche, F., Sbartaï, I., & Sbartaï, H. (2025). Chemical characterization of *Eucalyptus globulus* leaf essential oil and evaluation of its antifungal, antibacterial and antioxidant activities. *Cellular and Molecular Biology*, 70(12), 1–9. <https://doi.org/10.14715/cmb/2024.70.12.1>

- Hammer, K. A., Carson, C. F., & Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86(6), 985–990. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00780.x>
- Hamoud, R., Sporer, F., Reichling, J., & Wink, M. (2012). Antimicrobial activity of a traditionally used complex essential oil distillate (Olbas® Tropfen) in comparison to its individual essential oil ingredients. *Phytomedicine*, 19(11), 969–976. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2012.05.014>
- Hendry, E. R., Worthington, T., Conway, B. R., & Lambert, P. A. (2009). Antimicrobial efficacy of eucalyptus oil and 1,8-cineole alone and in combination with chlorhexidine digluconate against microorganisms grown in planktonic and biofilm cultures. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 64(6), 1219–1225. <https://doi.org/10.1093/jac/dkp362>
- Hyldgaard, M., Mygind, T., & Meyer, R. L. (2012). Essential oils in food preservation: Mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. *Frontiers in Microbiology*, 3, Article 12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00012>
- Iseppi, R., Mariani, M., Condò, C., Sabia, C., & Messi, P. (2021). Essential oils: A natural weapon against antibiotic-resistant bacteria responsible for nosocomial infections. *Antibiotics*, 10(4), Article 417. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10040417>
- Kalemba, D., & Kunicka, A. (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current Medicinal Chemistry*, 10(10), 813–829. <https://doi.org/10.2174/0929867033457719>
- Merghni, A., Noumi, E., Hadded, O., Dridi, N., Panwar, H., Ceylan, O., Mastouri, M., & Snoussi, M. (2018). Assessment of the antibiofilm and antiquorum sensing activities of *Eucalyptus globulus* essential oil and its main component 1,8-cineole against MRSA strains. *Microbial Pathogenesis*, 118, 74–80. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.03.006>
- Mulyaningsih, S., Sporer, F., Reichling, J., & Wink, M. (2011). Antibacterial activity of essential oils from Eucalyptus and of selected components against multidrug-resistant bacterial pathogens. *Pharmaceutical Biology*, 49(9), 893–899. <https://doi.org/10.3109/13880209.2011.553625>

- Mulyaningsih, S., Sporer, F., Zimmermann, S., Reichling, J., & Wink, M. (2010). Synergistic properties of the terpenoids aromadendrene and 1,8-cineole from the essential oil of *Eucalyptus globulus* against antibiotic-susceptible and antibiotic-resistant pathogens. *Phytomedicine*, 17(13), 1061–1066. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2010.06.018>
- Noumi, E., Snoussi, M., Hajlaoui, H., Trabelsi, N., Ksouri, R., Valentin, E., & Bakhrouf, A. (2011). Chemical composition, antioxidant and antifungal potential of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) and *Eucalyptus globulus* essential oils against oral *Candida* species. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(17), 4147–4156.
- Park, J.-W., Wendt, M., & Heo, G.-J. (2016). Antimicrobial activity of essential oil of *Eucalyptus globulus* against fish pathogenic bacteria. *Laboratory Animal Research*, 32(2), 87–90. <https://doi.org/10.5625/lar.2016.32.2.87>
- Pereira, C. J. A., Garcia, V. P., de Andrade, V. R., Cerveira, M. M., Vitoria, J. S., Cabral, D. de A., Gandra, E. A., Giongo, J. L., & Vaucher, R. de A. (2026). *Eucalyptus globulus* and *Cymbopogon flexuosus* essential oils antimicrobial and conservative effects against *Salmonella enterica* serovar Typhimurium and possible cytotoxicity: An in vitro and in situ investigation in inoculated pork sirloin. *Brazilian Journal of Microbiology*, 57(1), Article 124. <https://doi.org/10.1007/s42770-026-01923-x>
- Phokwe, O. J., Magoro, K., Maseme, M. R., & Manganyi, M. C. (2026). Preliminary evaluation of the toxic effects of essential oils as natural pesticides against maize weevil (*Sitophilus zeamais*) and its fungal pathogens. *Insects*, 17(1), Article 68. <https://doi.org/10.3390/insects17010068>
- Salem, N., Kefi, S., Tabben, O., Ayed, A., Jallouli, S., Feres, N., Hammami, M., Khammassi, S., Hrigua, I., Nefisi, S., Sghaier, A., Limam, F., & Elkahoui, S. (2018). Variation in chemical composition of *Eucalyptus globulus* essential oil under phenological stages and evidence synergism with antimicrobial standards. *Industrial Crops and Products*, 124, 115–125. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.07.051>
- Shah, S. N., Khan, I., Muntaha, S. T., Hayat, A., Rehman, M. U., Shah, T. A., Siddique, F., Salamatullah, A. M., Mekonnen, A. B., & Bourhia,

- M. (2023). Bioactive, antioxidant and antimicrobial properties of chemically fingerprinted essential oils extracted from *Eucalyptus globulus*: In-vitro and in-silico investigations. *Frontiers in Chemistry*, 11, Article 1287317. <https://doi.org/10.3389/fchem.2023.1287317>
- Shahina, Z., Al Homsy, R., Price, J. D. W., Whiteway, M., Sultana, T., & Dahms, T. E. S. (2022). Rosemary essential oil and its components 1,8-cineole and  $\alpha$ -pinene induce ROS-dependent lethality and ROS-independent virulence inhibition in *Candida albicans*. *PLOS ONE*, 17(11), Article e0277097. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277097>
- Tohidpour, A., Sattari, M., Omidbaigi, R., Yadegar, A., & Nazemi, J. (2010). Antibacterial effect of essential oils from two medicinal plants against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Phytomedicine*, 17(2), 142–145. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2009.05.007>
- Tyagi, A. K., Bukvicki, D., Gottardi, D., Tabanelli, G., Montanari, C., Malik, A., & Guerzoni, M. E. (2014). Eucalyptus essential oil as a natural food preservative: In vivo and in vitro antiyeast potential. *BioMed Research International*, 2014, Article 969143. <https://doi.org/10.1155/2014/969143>
- Wińska, K., Mączka, W., Łyczko, J., Grabarczyk, M., Czubaszek, A., & Szumny, A. (2019). Essential oils as antimicrobial agents—Myth or real alternative? *Molecules*, 24(11), Article 2130. <https://doi.org/10.3390/molecules24112130>
- Ács, K., Bencsik, T., Böszörményi, A., Kocsis, B., & Horváth, G. (2016). Essential oils and their vapors as potential antibacterial agents against respiratory tract pathogens. *Natural Product Communications*, 11(11), 1709–1712. <https://doi.org/10.1177/1934578X1601101121>
- Čmíková, N., Galovičová, L., Schwarzová, M., Vukic, M. D., Vukovic, N. L., Kowalczewski, P. Ł., Bakay, L., Kluz, M. I., Puchalski, C., & Kačániová, M. (2023). Chemical composition and biological activities of *Eucalyptus globulus* essential oil. *Plants*, 12(5), Article 1076. <https://doi.org/10.3390/plants12051076>

## Brève présentation du CRIG

Le Centre des Recherches Interdisciplinaires du Graben (CRIG), créé par la Décision rectorale n° UCG/RECT/022/98 du 15 juillet 1998, est l'institution qui gère les recherches à l'Université Catholique du Graben. Il regroupe les Professeurs, Chefs de Travaux et Assistants autour de plusieurs cellules de recherche dont la Santé animale et végétale, l'environnement, les sciences juridiques et politiques, les sciences économiques, sociales, anthropologiques et de développement, les Sciences appliquées et Technologie, l'assainissement et santé publique.

Le CRIG publie une revue scientifique dénommée « *Parcours et Initiatives* » reconnue par le Conseil d'Administration des Universités du Congo à travers la correspondance CAU/SP/NS.NL/MJ/162/2005 du 28 novembre 2005 et l'Arrêté ministériel n° 555/MINESU/CAB.MIN/MNB/RMM/2023 du 24/10/2023 portant reconnaissance d'un centre de recherche dénommé « Centre de Recherches Interdisciplinaires du Graben » et de ses revues scientifiques « Les Revues du Graben » de l'Université Catholique du Graben. D'autres travaux de recherche peuvent être également publiés au CRIG sous forme de : *Parcours et Initiatives*, Textes de conférences ou colloques ; *Notes de recherche et Documents* : cette collection publie les résultats des recherches particulières réalisées individuellement ou collectivement jugées scientifiques par le Comité scientifique. Elle concerne aussi la publication des travaux scientifiques sous forme *d'ouvrages*. D'autres revues du Graben seront bientôt disponibles.

Dans le souci de faciliter les publications du CRIG, les manuscrits sont reçus toute l'année via les adresses [crigucg@gmail.com](mailto:crigucg@gmail.com), [crig@ucgraben.ac.cd](mailto:crig@ucgraben.ac.cd). Les instructions aux auteurs et le canevas des articles sont disponibles sur le site [www.crigpug-ucg.org](http://www.crigpug-ucg.org). Pour plus d'amples informations, prière consulter ce site.

Les articles de la revue sont consultables en ligne sur <https://www.crigpug-ucg.org/index.php/pirig>, <https://www.ajol.info/index.php/pirig> (Revue indexée chez AJOL)