

# ETUDE DE LA SENSIBILITE DE QUATRE SOUCHES BACTERIENNES SOUMISES A L'ACTION D'HUILE ESSENTIELLE D'*EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* AU MALI

## STUDY OF THE SENSITIVITY OF FOUR BACTERIAL STRAINS SUBJECTED TO THE ACTION OF ECALYPTUS CAMALDULENSIS ESSENTIAL OIL IN MALI

AMADI DEMBÉLÉ<sup>1,2</sup> ABDOULAYE ZIÉ KONÉ<sup>3,4\*</sup>, DIOUMÉ CISSÉ<sup>3</sup>, HAMSSATOU A. TOURÉ<sup>3</sup>, BAKARY DEMBÉLÉ<sup>5</sup>, CHEICK ABOU COULIBALY<sup>4</sup>, FATOUMATA TATA SOW<sup>4</sup>, FATOUMATA MAIGA<sup>6</sup>, BOUNCANA AHMED MAIGA<sup>2</sup>, FANTA KABA CAMARA<sup>2</sup>, AISSATA SANOGO<sup>2</sup>, MADOU COULIBALY<sup>2</sup>, ABOUBACAR SIDIKI TRAORÉ<sup>2</sup>, MAMADOU SAMAKÉ<sup>7</sup>, LASSANA B. TRAORÉ<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Faculté des Sciences et Techniques, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (FST-USTTB), Mali

<sup>2</sup> Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA) Bamako Mali

<sup>3</sup> Laboratoire d'analyses biomédicales Biolab 3 Bamako

<sup>4</sup> Laboratoire National de la Santé (LNS) ; Bamako Mali,

<sup>5</sup> Hôpital du Mali

<sup>6</sup> Faculté d'Histoire et Géographie, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (FHG-USSGB), Mali

<sup>7</sup> Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)

\* **Auteur de correspondance** : Dr Abdoulaye Zié Koné, Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA), Centre Commercial Rue 305 Quartier du Fleuve BPE : 2362 Bamako, Tél. : 66 60 02 20 / 76 60 02 20 ; E-mail : azkone@hotmail.com

### Résumé

Les bactéries s'adaptent de plus en plus aux antibiotiques, chaque jour de nouvelles molécules font leur apparition sur le marché. La résistance bactérienne aux antibiotiques cause de nos jours des effets néfastes qu'ignorent les populations-consommateurs. Aujourd'hui, différentes stratégies sont appliquées dans le but de contrôler les pathogènes. Un intérêt particulier a été manifesté ces dernières années pour les huiles essentielles, considérées comme des produits naturels et sains et, qui constituent une alternative effective pour les produits de conservation chimique. L'Huile essentielle a été extraite à la vapeur à partir de *Eucalyptus camaldulensis*. Elle a montré des potentialités antimicrobiennes qui ont varié suivant les bactéries et suivant les différentes doses que nous avons utilisées. Dans un premier temps nous avons isolé *Escherichia .coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis* et *Proteus mirabilis* à partir des liquides biologiques et de conservation classique des souches. Ensuite nous avons extrait l'huile essentielle et testé son efficacité sur les 4 souches bactériennes. Enfin les activités antimicrobiennes ont été testées. Nous avons obtenu que la plus faible dose exercée par l'huile essentielle fût de 10µl, dose qui a inhibé *P. mirabilis*. Ces résultats, laissent entrevoir une issue favorable dans le domaine de la sécurité sanitaire.

**Mots-clés** : sensibilité, souches de bactéries, *Eucalyptus camaldulensis*, huile essentielle.

### Abstract

Bacteria are increasingly adapting to antibiotics, and new molecules are emerging every day. Bacterial resistance to antibiotics now causes harmful effects that are ignored by the consumer populations. Today, different strategies are applied to control pathogens. Particular interest has been shown in recent years for essential oils, which are considered to be natural and healthy products and which constitute an effective alternative for chemical preservatives. The essential oil studied comes from *Eucalyptus camaldulensis* which is a tropical plant by extraction with steam with a lower cost of production. In our study this H.E shows antimicrobial potentialities which varied according to the bacteria and the different doses used. In a first step we applied the different seeding and isolation techniques of *E.coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis* and *Proteus mirabilis* to the laboratory from biological fluids and conserved the strains. Secondly, we extracted the essential oil and tested its efficacy on the 4 bacterial strains with a simple but reliable technology. Antimicrobial activities were tested positive if not confirmed. Thus we evaluated the ratio between the dose and the diameter of inhibition of the microbial strains and the reaction of the bacteria Gram + and Gram-. The oil studied showed a strong antibacterial activity on all the strains tested, among which *Proteus. Mirabilis* proved to be the most sensitive while *Klebsiella. pneumoniae* is the most resistant. The lowest dose exerted by the essential oil was 10 µl which inhibited *P. mirabilis*. These results point to a favorable outcome in the area of health safety.

**Key words**: Sensibility, soils bacterial, *Eucalyptus camaldulensis* and essential oil.

## 1. Introduction

Depuis plus de 20 ans, de nombreux déterminants de résistance ont été décrits avec l'émergence de bactéries de plus en plus résistantes (Aleksun et Levy, 2007). C'est le cas des souches de *Staphylococcus aureus* résistantes à la méthicilline (SARM), à la vancomycine (SARV) ou de sensibilité diminuée aux glycopeptides (GISA), des souches de pneumocoques de sensibilité diminuée ou résistantes aux pénicillines (PSDP et PRP, respectivement), des souches d'entérocoques résistantes aux glycopeptides (ERG), des souches d'entérobactéries productrices de  $\beta$ -lactamases à spectre étendu (BLSE) ou des souches multi-résistantes de *Pseudomonas aeruginosa* et *Acinetobacter baumannii* (Aleksun et Levy, 2007). Des souches de SARMs résistantes à la daptomycine, antibiotique agréé depuis 2003, ont récemment été identifiées (Mangili *et al.*, 2005 ; Marty *et al.*, 2006). L'impact de cette multi-résistance aux antibiotiques est important au niveau clinique, en termes de morbidité et de mortalité, mais aussi sur le plan économique car les infections liées aux bactéries multi-résistantes engendrent des coûts d'hospitalisation élevés (Cosgrove *et al.*, 2005 ; Maragakis *et al.*, 2008).

L'extension géographique des résistances se produit au niveau international mais aussi dans le milieu de vie. Les infections causées par les bactéries résistantes et multi-résistantes, autrefois cantonnées au milieu hospitalier, deviennent communautaires (extrahospitalières). Ainsi, le nombre de personnes, susceptibles d'être exposées aux bactéries résistantes et multi-résistantes, est continuellement démultiplié. Les antibiotiques sont prescrits uniquement s'ils sont strictement nécessaires. Les bactéries peuvent devenir résistantes aux antibiotiques et cela signifie qu'elles ne sont plus sensibles au médicament ainsi l'antibiotique n'aide plus efficacement à traiter la maladie.

Comme tous les médicaments, les antibiotiques peuvent causer des effets secondaires. Souvent, ils sont bénins et disparaissent lorsque le traitement est terminé. Les effets secondaires d'antibiotiques les plus courants sont la diarrhée, des nausées, des problèmes gastro-intestinaux, des démangeaisons ou des taches rouges sur la peau. Les viandes sont consommées en longueur de journée au Mali et nous ignorons les effets que peuvent produire les antibiotiques injectés aux animaux. Nul n'ignore la vente d'antibiotiques issus des «pharmacies par terre» or les effets de cette automédication sont très néfastes à la santé d'où une alternative par l'utilisation des huiles essentielles (HE). L'HE représente l'ensemble des molécules extraites du végétal soit par entraînement à la vapeur (avec ou sans eau). On distingue trois catégories d'Huiles naturelles :

- les huiles brutes ou naturelles ne sont pas raffinées, les parties d'une plante contiennent ces huiles,
- les huiles rectifiées sont des huiles brutes purifiées, c'est-à-dire que certains résidus de la distillation ont éliminés par 'entraînement à la vapeur,
- les HE de qualité supérieure sont des huiles fractionnées.

On les obtient en séparant les composés volatils pour éviter certaines mauvaises définitions. Les seules plantes aromatiques dont on peut directement faire l'extraction par expression à froid, sont les essences d'oranges, de citron «huiles essentielles».

Ces dernières proviennent de plantes comme l'Eucalyptus. En effet le genre *Eucalyptus* en regroupe au moins 600 disséminées un peu partout dans le monde (Hurtel, 2001). Il a été introduit dans le sud de la France par Ramel, en 1860. Il s'est très bien acclimaté dans l'ensemble des pays méditerranéens. L'eucalyptus s'est répandu dans près de 80 pays. Au

Mali connu sous le nom de « mentholatum-jiiri », l'arbre aux milles vertus. Les forestiers en dénombrent aujourd'hui pas moins de 600 variétés différentes dont une cinquantaine sont cultivées et exploitées pour de multiples usages.

Aujourd'hui, différentes stratégies sont appliquées dans le but de contrôler les pathogènes. Un intérêt particulier a été manifesté ces dernières années pour les HE (Demirci *et al.*, 2008), considérées comme des produits naturels et sains et, qui constituent une alternative effective pour les produits de conservation chimique. L'évolution des esprits et le refus du "tout chimique" qui se manifeste de plus en plus, ouvrent un peu plus la porte au "retour au naturel". La résistance des bactéries aux agents antimicrobiens nous a conduits à nous intéresser à l'inépuisable source de produits naturels à vertu antimicrobienne : les plantes médicinales. Empiriquement reconnue depuis des siècles, la confirmation scientifique de l'activité antimicrobienne des HE est récente. Elle ne date que du début du siècle dernier avec les travaux de Gattefossé, le père de l'aromathérapie en France (Pibiri, 2005). Les HE sont des substances qui occupent une place particulière dans leur utilisation en médecine, en aromathérapie et en agroalimentaire (Rota *et al.*, 2008).

L'HE d'Eucalyptus possède des propriétés bactéricides pouvant remédier à l'antibiorésistance. Notre étude a eu pour objectifs de tester la sensibilité des souches de bactéries isolées à l'HE extraite afin de déterminer les doses minimales qui les inhibent.

## **2. Matériel et Méthodes**

### **2.1 Matériel**

#### **Les souches bactériennes**

Les souches de bactéries utilisées étaient : *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis* et *E.coli* . Elles ont été fournies par les laboratoires d'analyses médicales Biolab3 et Biotech de Bamako. Leur croissance est réalisée à 37°C et la culture en milieu solide est réalisée sur gélose U-S.

#### **L'huile essentielle d'Eucalyptus**

L'HE de *Eucalyptus camaldulensis* a été extraite des parties aériennes (feuilles et tiges) des plantes par entraînement à la Vapeur. L'extraction a été réalisée au Laboratoire de Chimie appliquée-et des huiles essentielles de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université des Sciences des Techniques et de Technologie de Bamako.

#### **Les disques blancs**

Les disques utilisés pour les essais ont été testés avant les expériences et n'étaient sans effet sur la croissance bactérienne.

### **2.2 Méthodes**

#### **2.2.1 Extraction d'huiles essentielles**

Les HE ont été extraites par entraînement à la vapeur d'eau avec l'appareil Kaiser Lang Modifier. Une grande quantité de feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* a été acheminée au

laboratoire de Chimie Appliquée pour l'extraction. Pendant une semaine, nous avons procédé au séchage des feuilles et tiges à l'ombre.

Après séchage, nous avons utilisé 400g des produits secs nécessitant 4 montages en raison de 100g sachant qu'une expérience était effective durant 4 heures maximum. Les ballons étaient remplis au 2/3 d'eau distillée et 100g de feuilles et tiges introduites dans le grand tube. Nous avons fait le montage en même temps tout en tenant compte de l'heure en attendant que l'eau bouillisse. Nous avons laissé le robinet ouvert durant toute l'expérience et nous avons gardé l'œil sur le dispositif jusqu'aux premières gouttes d'huiles. Au bout de 40mn les premières gouttes commençaient à tomber dans le bécher et nous avons toujours vérifié l'eau éliminée par le réfrigérant. Le chauffage continuait jusqu'à 3 heures et nous avons arrêté, en ce moment on pouvait observer l'huile en quantité et non mixible avec l'eau aromatisée. Les 2 phases telles que la phase organiques et aqueuse ont été obtenues. Ainsi nous avons laissé refroidir pendant 15mn et coulé l'eau aromatisé jusqu'aux premières gouttes d'huile essentielle. Les huiles ont été récupérées dans un flacon stérile puis bouchonné, au préalable nous avons pesé le flacon pour le calcul de poids et masse puis le rendement.

Les HE extraites de l'extérieur étaient placées dans des tubes à essai et conservées à des températures de réfrigération (4°C), à l'abri de la lumière et de l'oxygène au niveau du laboratoire.

## 2.2.2 Méthodes microbiologiques

### a. Activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne a été réalisée par la méthode de diffusion par disque bien qu'elle soit reconnue comme fiable et reproductible. La technique utilisée est une modification de la méthode de Hayes et Markovic. Elle a consisté à déposer un disque stérile, imbibé d'huile essentielle, sur un tapis bactérien au tout début de sa croissance et de mesurer la zone où les bactéries n'ont pas pu se développer. Le diamètre d'inhibition, qui traduisait l'activité antibactérienne de l'huile essentielle, était ainsi déterminé.

Une suspension bactérienne de densité équivalente au standard 0,5 de Mac Farland (10 UFC.mL) était préparée puis diluée au 1/100. Vingt (20) ml de milieu gélosé MH étaient coulés par boîte de Pétri, 2ml d'*inoculum* étaient déposés sur chaque boîte. Après une imprégnation de 5 minutes, l'excédent d'*inoculum* était éliminé par aspiration. A la surface de chaque boîte, 4 disques de papier filtre stériles de 6 mm de diamètre (BioMérieux) étaient déposés. Trois essais ont été réalisés : des disques blancs recevaient les différentes doses 5, 10, 15 et 20 µl d'huile essentielle puis retournées et incubées à 37°C pendant 18 à 24 heures. Après incubation, le diamètre d'inhibition était mesuré en millimètres, disque inclus. Chaque test était réalisé trois fois au cours de trois expériences successives.

### b. Aromatogramme

Nous avons procédé par l'aromatogramme qui est basée sur une technique utilisée en bactériologie médicale, appelée antibiogramme ou méthode par diffusion en milieu gélosé ou encore méthode des disques. Cette méthode a l'avantage d'être d'une grande souplesse dans le choix des HE testées, de s'appliquer à un très grand nombre d'espèces bactériennes, et d'avoir été largement évaluée par 50 ans d'utilisation mondiale. Ce procédé a permis de poser un diagnostic rapide et de comprendre l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle.

Les disques blancs ont été déposés en sur le tapis microbien ensuite à l'aide de la micropipette. Les doses 5µl, 10µl, 15µl et 20µl ont été ajouté sur chaque type de microorganismes et incubés pendant 24h.

Pour la réalisation de l'aromatogramme comme l'antibiogramme, nous avons utilisé le milieu de *Mueller Hinton* et 4 souches de bactéries. Les boites de Pétri ont été divisé en quatre parties pour les différentes doses à tester sur les bactéries. Suivant les souches à tester, nous avons repiqué les colonies ensuite mélanger dans l'eau physiologique 5ml environ, puis versé dans la boite de Pétri (la méthode d'inondation) et enfin jeté le contenu. Après 5mn nous avons procédé au dépôt des disques blancs ainsi les différentes doses à l'aide de la micropipette y ont été introduit respectivement. Après un temps de latence à 37,5 °C, le diamètre du halo d'inhibition entourant les disques était alors mesuré. Chaque halo, une zone claire montrait la destruction des germes pathogènes et donnait une indication précise de l'activité antibactérienne de l'huile.

L'aromatogramme représente cependant un point de repère essentiel puisque sa technique est identique à celle utilisée pour mesurer l'activité bactéricide des antibiotiques.

### 2.2.3 Analyses des données

Nous avons fait l'analyse des données avec le logiciel Epi info version 3.5.3. Les variables identifiées étaient la dose utilisée, les souches de bactérie et le mécanisme d'adaptation.

## 3. Résultats

### 3.1 Le rendement :

Le rendement en HE est le rapport entre le poids de l'huile extrait et le poids du matériel végétal utilisé (Akroute, 2001). Le rendement est exprimé en pourcentage (%) est calculé par la formule suivante.

$$R = \frac{m \cdot P_o}{m \cdot P_t} * 100$$

**m**= la masse du produit obtenu ; **P<sub>o</sub>**= produit obtenu ; **P<sub>t</sub>** = masse du produit théorique.

$$R = \frac{2,928}{400} * 100 = 0,732\%$$

Au cours de l'expérience nous avons obtenu 2,928 g d'huile essentielle, 400g de feuilles et tigelles. Nous avons eu un rendement de 0,732%.

### 3.2 Réalisation des tests de sensibilités des souches bactériennes

Les doses de 2µl à 4µl n'avaient pas fait de réaction sur les bactéries isolées par contre les diamètres d'inhibition des doses 10, 15, 20 µl avaient été bien visibles. Nous avons confirmé le potentiel antimicrobien de l'essence d'Eucalyptus (*E. camaldulensis*) et établis la corrélation entre l'activité anti-microbienne de l'essence et la composition chimique.

Les images A, B, C et D de la planche 1, représentent la photo des souches bactériennes utilisées. L'isolement et identification 4 souches de Bactéries pathogènes ont été effectués par la méthode biochimique.



**Planche 1** : Cultures des souches bactériennes utilisées :  
*E. coli* (A), *K. pneumoniae* (B), *Entérocooccus faecalis* (C), *Proteus mirabilis*(D)

L'activité antimicrobienne de l'Huile essentielle dépendait de la dose utilisée et de la souche bactérienne. Elle était significative à partir de 15µl. La planche 2 représente les résultats de l'aromatogramme réalisé.



**Planche 2** : Résultats de l'aromatogramme : *E. coli* (A),  
*K. pneumoniae* (B), *Enterococcus. Faecalis* (C), *Proteus. mirabilis* (D).

Le tableau I représente la sensibilité de *E. coli* par rapport aux différentes doses testées. La souche *E. coli* sensible utilisé avaient une sensibilité les doses de 15 µl et 20 µl. Les souches intermédiaires n'étaient sensibles à aucune dose. Par contre les souches résistantes étaient sensibles aux doses 5 µl et 10 µl.

**Tableau 1** : Résultat de l'aromatogramme d'*E. coli*

Doses (µl)	<i>E.coli</i>		
	Sensible	Intermédiaire	Résistant
5	Non	Non	Oui
10	Non	Non	Oui
15	Oui	Non	Non
20	Oui	Non	Non

Le tableau II représente la sensibilité d'*Enterococcus faecalis* par rapport aux différentes doses testées. Elle montre que l'activité antimicrobienne de HE était identique à celle sur l'*E. coli* (voir tableau II).

**Tableau 2** : Résultat de l'aromatogramme d'*Enterococcus faecalis*

Doses (µl)	<i>Enterococcus faecalis</i>		
	Sensible	Intermédiaire	Résistant
5	Non	Non	Oui
10	Non	Non	Oui
15	Oui	Non	Non
20	Oui	Non	Non

Le tableau III représente la sensibilité *Klebsiella pneumoniae* par rapport aux différentes doses testées. Les tests de sensibilités étaient identiques de ceux des souches d'*Enterococcus faecalis* et *E. coli*.

**Tableau 3** : Résultats de l'aromatogramme de *Klebsiella pneumoniae*

Doses (µl)	<i>Klebsiella pneumoniae</i>		
	Sensible	Intermédiaire	Résistant
5	Non	Non	Oui
10	Non	Non	Oui
15	Oui	Non	Non
20	Oui	Non	Non

Le tableau IV représente la sensibilité de *Proteus mirabilis* par rapport aux différentes doses testées. Les résultats de sensibilités étaient identiques à ceux des autres souches sauf que les souches intermédiaires de *Proteus mirabilis* ont montré une sensibilité à 10 µl. Contrairement aux autres souches testées, nous n'avons noté qu'une sensibilité des souches de *Proteus mirabilis* résistantes à 5 µl.

**Tableau 4** : Résultat de l'aromatogramme de *Proteus mirabilis*

Doses (µl)	<i>Proteus mirabilis</i>		
	Sensible	Intermédiaire	Résistant
5	Non	Non	Oui
10	Non	Oui	Non
15	Oui	Non	Non
20	Oui	Non	Non

#### 4. Discussion

Les huiles essentielles (H.E.) sont des substances qui occupent une place particulière dans leur utilisation en médecine, en aromathérapie et en agroalimentaire (Rota *et al.*, 2008). La technologie de leur extraction est simple et accessible à tous les niveaux. Pour ce faire nous avons utilisée l'appareil à Circulation de la vapeur de type Kaiser Lang Modifier qui donne au bout de 4heures de l'huile végétale. Au total 2.928 g soit 0.732 % d'H.E de l'Eucalyptus à partir de 4 montages nous ont servis au cours de nos expériences pratiques au laboratoire. Ce résultat est conforme aux normes données par Treiner (2000) et Hurtel (2001) qui trouvent que la teneur en H.E. varie entre 0,5 et 3,5%.

En 1884, Jahns identifie comme étant le 1,8-cinéole (constituant majoritaire : environ 60 % à 80 %), le pourcentage restant représente plus de vingt-cinq composés de nature terpénique ont été identifiés, principalement de  $\alpha$ -pinène, puis de l'aromadendrène, du globulol, viennent ensuite le limonène, le p-cymène, le lédol...

Les travaux de Burt (2004) ont montré qu'une H.E. active exercera son pouvoir antimicrobien par son interférence avec la bicouche lipidique de la cellule cible grâce à sa propriété hydrophobe, ce qui entraîne une perturbation de la perméabilité et perte des constituants de la cellule. Les doses 10, 15, 20  $\mu$ l de H.E que nous avons étudié ont exercé ce pouvoir antimicrobien donc elle active. En plus, cette réaction varie en fonction de la nature de la bicouche lipidique, ce qui explique la résistance des bactéries Gram-.

De nombreux chercheurs de l'université de Manchester (Royaume-Uni) ont montré que ces produits sont actifs contre des germes pathogènes résistants aux antibiotiques tels que *Staphylococcus Aureus* résistant à la méthicilline (MRSA), *Streptococcus pneumoniae* résistant à la pénicilline, *Enterococcus faecium* résistant à la vancomycine, *Candida albicans* résistant à l'azolé et *Herpes simplex* résistant à l'acyclovir. Ceci est dû au mécanisme original des H.E. (Avertit, 2004 ; Bouaoun *et al.*, 2007). Les H.E., contrairement aux antibiotiques, sont constituées de si nombreuses molécules que les bactéries ne peuvent y résister en mutant. Leur spectre d'action est très étendu, car elles agissent contre un large éventail de bactéries, y compris celles qui développent des résistances aux antibiotiques. Cette activité est par ailleurs variable d'une huile essentielle à l'autre et d'une souche bactérienne à l'autre.

Dans tous les cas nos différents dosages de 15 $\mu$ L de l'H.E ont agi sur les 4 bactéries à 15mm de diamètre d'où la sensibilité et l'activité antibactérienne. Ce résultat est conforme à ceux de Rossi *et al.*, (2007a, 2007b) qui ont trouvé qu'une H.E est considérée active lorsque les diamètres d'inhibition est supérieur ou égal à 15mm.

Selon Bouaoun *et al.* (2007), l'activité antimicrobienne de l'H.E. d'Eucalyptus est attribuée à l'eucalyptol, ou 1.8-cinéole qui est un monoterpène appartenant à la classe des éthers. Il a des propriétés antioxydantes (Amakura *et al.*, 2002) et antibactériennes et donc explique l'origine de l'activité antimicrobienne de cette huile. Plusieurs travaux ont déjà démontré l'activité antimicrobienne des composés d'Eucalyptus dans différents domaines des sciences de la vie (Murata *et al.*, 1992).

## Conclusion

L'huile essentielle de *Eucalyptus camaldulensis* a montré une activité sur les bactéries utilisées et la plupart à Gram négative telle que *E. Coli*. Notre huile inhibe la croissance de *Enterococcus faecalis* qui est une bactérie à Gram positive. Sur les 4 souches de bactéries, l'activité antimicrobienne de notre huile essentielle est significative, les halos sans bactéries autour des disques confirment la sensibilité des bactéries. Donc les H.E. offrent une alternative à l'utilisation des antibiotiques que nous pouvons développer et valoriser.

## Références

Alekshun MN, Levy SB. 2007. Molecular mechanism of antibacterial multidrug resistance. *Cell*. 128: 1037-1050

Amakura Y., Umino Y., Tsuji S., Ito H., Hatano T., Yoshida T., Tonogai Y. (2002). Constituents and their antioxidative effects in eucalyptus leaf extract used as a natural food additive. *Food Chemistry*. 77, 47-56.

Avertit P. (2004). Des huiles essentielles tuent les staphylocoques dorés résistants à la méthicilline.

Bouaoun D., Hilan C., Garabeth F., Sfeir R. (2007). Etude de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle d'une plante sauvage *Prangos asperula* Boiss. *Phytothérapie*. 5, 129-134.

Burt S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods\_a review. *International Journal of Food Microbiology*. 94, 223-253.

Cosgrove SE, Qi Y, Kaye KS, Harbarth S, Karchmer AW, Carmeli Y .2005. The impact of methicillin resistance in *Staphylococcus aureus* bacteremia on patient outcomes: mortality, length of stay, and hospital charges. *Infect. Control Hosp. Epidemiol*. 26 : 166-174

Maragakis LL, Perencevich EN, Cosgrove SE. 2008. Clinical and economic burden of antimicrobial resistance. *Expert. Rev. Anti. Infect. Ther*.6: 751-763

Demirci F., Guven K., Demirci B., Dadandi M.Y., Baser K.H.C. (2008). Antibacterial activity of two Phlomis essential oils against food pathogens. *Food Control*. 19, 1159- 1164.

Hurtel J.M. (2001). Phytothérapie, plantes médicinales, aromathérapie, huiles essentielles. <http://www.phytomania.com/index.html>.

Mangili A, Bica I, Snyderman DR, Hamer DH. 2005. Daptomycin-resistant, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* bacteremia. *Clin. Infect. Dis*. 40 : 1058-1060

Marty FM, Yeh WW, Wennersten CB, Venkataraman L, Albano E, Alyea EP, Gold HS, Baden LR, Pillai SK. 2006. Emergence of a clinical daptomycin-resistant *Staphylococcus aureus* isolate during treatment of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* bacteremia and osteomyelitis. *J. Clin. Microbiol*.44: 595-597

Murata M., Yamakoshi Y., Homma S., Arai K., Nakamura Y. (1992). Macrocyclic, antibacterial compounds from *Eucalyptus*, inhibited dose reductase. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 56, 2062-2063.

Nah Traoré 2007. Contribution à l'Etude des huiles Essentielles d'Eucalyptus implantées au Mali Thèse de doctorat, F.A.S.T. Université de Bamako

Pibiri M.C. (2005). Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse de doctorale. Ecole poly technique fédérale, EPFL. Lausanne (Suisse).

Rossi PG, Berti L, Panighi J, Maury J, Muselli A, De Rocca Serra D, Gonny M, Bolla JM. 2007. Antibacterial action of essential oils from Corsica. *J. Essent. Oil Res.* 19: 176-182

Rossi PG, Bao L, Luciani A, Panighi J, Desjobert JM, Costa J, Casanova J, Bolla JM, Berti L. 2007b. (E)-Methylisoeugenol and elemicin: antibacterial components of *Daucus carota* L. essential oil against *Campylobacter jejuni*. *J. Agric. Food Chem.* 55: 7332-7336

Rota R.M., Herrera A., Martínez R.M., Sotomayor J. A., Jordán M.J. (2008). Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. *Food Control.* 19, 681-687

Tegos G, Stermitz FR, Lomovskaya O, Lewis K. 2002. *Antimicrob. Agents Chemother.* 46: 3133-3141

Treiner J. (2000). Extrait du Bulletin officiel n° 6 du 12 août 1999, France. 39-143.