

UTILISATION DES HUILES ESSENTIELLES DANS LE TRAITEMENT DES EAUX EN MILIEU RURAL. CAS DU VILLAGE DE DJAHAKRO DANS LE DISTRICT AUTONOME DE YAMOOUSSOUKRO, EN RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Bi Tibé Vincent MAGONE
LAPISEN ; INP-HB, Côte d'Ivoire
bitibevincentmagone@gmail.com
&
Yaya SORO
LAPISEN ; INP-HB, Côte d'Ivoire
&
Sadat AW
LAPISEN ; INP-HB, Côte d'Ivoire

Résumé : L'approvisionnement en eaux potables en milieu rural en Côte d'Ivoire est une préoccupation majeure. La population a toujours recours à l'utilisation des eaux de puits, de forage, de rivières. Plusieurs méthodes rudimentaires ont souvent été utilisées par les consommateurs en vue d'assainir ces eaux de provenances diverses à risque pour la santé. Cette étude consistera à utiliser quatre (4) huiles essentielles antibactériennes pour le traitement des eaux. Ces huiles essentielles sont celles des plantes suivantes : Melaleuca leucadendron, Lippia multiflora, Ocimum et Eucalyptus. Les quatre souches à tester sont Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, streptococcus fecalis et E. coli. Pour se faire, un ensemencement est fait dans un milieu gélosé. Des puits de 5 mm de diamètre constitués, dans lesquels sont mis 100 microlitres des HES qui sont incubés ensuite à différentes températures afin d'identifier les zones d'inhibition. Les résultats nous donnent 9 mm, 12 mm, 16 mm et 18 mm de diamètre respectivement de Lippia multiflora, ocimum, Melaleuca et Eucalyptus. La différence des différents résultats nous amène à dire que ces quatre huiles essentielles n'ont pas la même activité inhibitrice sur ces souches microbiennes. L'Eucalyptus a une efficacité plus élevée, ensuite le Melaleuca, puis l'Ocimum et enfin le Lippia. L'effet positif de ces huiles essentielles sur les microorganismes sera d'une grande utilité pour la population à assainir leurs eaux.

Mots clés : Côte d'Ivoire ; milieu rural ; huiles essentielles ; eau potable ; antibactériennes.

USE OF ESSENTIAL OILS IN WATER TREATMENT IN RURAL AREAS. CASE OF THE VILLAGE OF DJAHAKRO IN THE AUTONOMOUS DISTRICT OF YAMOOUSSOUKRO, IN REPUBLIC OF COTE D'IVOIRE

Abstract: Drinking water supply in rural areas in Cote d'Ivoire is a major concern. The population still uses water from wells, boreholes and rivers. Several rudimentary methods have often been used by consumers to purify these waters from various sources that pose a health risk. This study consists of using four antibacterial essential oils born for water treatment. These essential oils are those of the following plants: Melaleuca leucadendron, Lippia multiflora, Ocimum and Eucalyptus. The four strains to be tested are Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Streptococcus fecalis and Escherichia coli. To do this, seeding is done in an agar medium. Wells of 5 mm in diameter formed, in which are placed 100 micro liters of essential oils which are then incubated at different temperatures in order to identify the zones of inhibition. The results give us 9 mm, 12 mm, 16 mm and 18 mm in diameter respectively of Lippia multiflora, Ocimum, Melaleuca and Eucalyptus. The difference in the different results leads us to say that these four essential oils do not have the same inhibitory activity on these microbial showers. Eucalyptus has a higher efficiency, then Melaleuca, then Ocimum and finally Lippia. The positive effect of these essential oils on micro-organisms will be of great use for the population to clean up their waters.

Key words : Côte d'Ivoire ; rural areas ; essential oils ; drinking water ; antibacterial.

Introduction

L'eau reste le meilleur fluide incontournable pour la survie de l'humanité. C'est pour cette raison que l'adage a soutenu que l'eau est source de vie. L'eau est nécessaire à toute forme de vie. Elle est également un élément de promotion de la santé des individus et du développement socio-économique des collectivités humaines.

Sa consommation demeure une préoccupation quotidienne de l'être humain. Sa potabilité qui émane de son traitement est d'un intérêt duquel découle la santé. Ainsi l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), au travers de la Décennie Internationale de l'Eau Potable et Assainissement, recommande l'eau potable et l'assainissement pour tous [3].

Les ressources d'eaux douces indispensables aux besoins de l'homme ne sont pas toujours disponibles en quantité et en qualité à tous les endroits du globe : sur les 8,2 millions de km³ de stock d'eaux souterraines que compte notre planète, seulement environ 4 millions de km³ sont accessibles à l'homme pour ses besoins [4].

Face aux problèmes posés par le manque d'eau et l'assainissement, l'OMS et les Etats s'organisent pour assurer leur surveillance sanitaire par l'élaboration de normes, de directives, l'organisation de contrôle de la qualité et la proposition de techniques de traitements efficaces et simples d'application.

Plusieurs méthodes de traitement ont vu le jour en vue de satisfaire le besoin de la population. La voie qui attire notre attention ici est l'utilisation des huiles essentielles qui sont des extraits naturels aromatiques des végétaux. Elles sont obtenues par entraînement à la vapeur d'eau, par expression ou par distillation sèche. L'extraction d'une huile essentielle (HE) est absolument une opération complexe et très délicate. Elle a pour but, en effet, de recueillir et de capter les produits les plus volatils, subtils et les plus fragiles qu'élabore le végétal, et, cela, sans en altérer la qualité. Pour mesurer la difficulté de l'entreprise, il suffit de garder présente à l'esprit la rapidité avec laquelle se dégage, puis disparaît ou se dénature, le parfum d'une fleur, même la plus odorante lorsqu'on en a froissé les pétales. Une fois la cuticule cireuse des poches épidermiques brisées, l'essence s'en échappe et plusieurs molécules odorantes se dispersent dans l'air ambiant.

D'un point de vue général, il est intéressant de noter que les HE ne sont pas nécessairement identiques à celles produites par les plantes.[5]. Aussi poétique que soit l'idée qu'une HE puisse correspondre à l'esprit de la plante, et, donc, être une réplique exacte de ce qui est présent dans le végétal, elle n'en demeure pas moins erronée, du moins, le plus souvent.

Sur le plan chimique, les huiles essentielles sont des mélanges complexes de différents composés chimiques, dissous l'un dans l'autre, formant des solutions homogènes. Elles subissent généralement des modifications de leur composition chimique lors du processus d'extraction causées par la chaleur ou bien par leurs interactions avec l'eau. En fait, seules les HE issues de l'expression à froid, n'ayant pas eu de contact avec le jus de fruit et protégées de l'oxydation, pourraient correspondre à la véritable essence de la plante.

Les HE ont des propriétés multiples et sont utilisées principalement en parfumerie et en cosmétologie pour leurs propriétés odorantes, dans les spécialités pharmaceutiques pour leurs propriétés thérapeutiques ainsi que dans l'industrie agro-alimentaire pour leurs propriétés aromatisantes. De façon particulière, nous allons nous intéresser à leurs propriétés antibactériennes qui pourraient être utiles à fournir de l'eau potable en milieu rural, notamment au plan microbiologique pour éviter des conséquences néfastes.

C'est dans ce contexte que cette étude qui a été réalisée a eu pour objectif général l'utilisation des huiles essentielles dans le traitement des eaux en milieu rural. Cas du village de Djahakro, dans le district de Yamoussoukro, en République de Côte d'Ivoire.

Nos objectifs spécifiques :

les huiles essentielles pourraient être utiles pour traiter l'eau de consommation ;

les molécules des HEs pourraient avoir une action sur les microorganismes de l'eau;

les paramètres physiques et chimiques des HEs peuvent influencer leurs activités ;

les structures des molécules responsables des propriétés antibactériennes peuvent être élucidées.

1. Matériels et méthode

1.1. Matériels

1.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est essentiellement constitué des plantes aromatiques. Notre choix a été fait sur quatre plantes qui sont : *Melaleuca leucadendron*, *Ocimum basilicum*, *Lippia multiflora* et *Eucalyptus camadulensis*. Les huiles essentielles de ces plantes aromatiques ont des propriétés antibactériennes. Ces huiles essentielles ont une activité inhibitrice sur certains microorganismes des eaux [6]. Parmi ces microorganismes, l'on note la présence de quatre (4) qui sont : *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus fecalis* et *E. coli*. Du point de vue biochimique, les huiles essentielles sont des mélanges complexes de composés naturels de structures organiques divers (sauf les corps gras contenus dans les huiles végétales). Le mot « huile » est attribué à son caractère hydrophobe et à ses propriétés de solubilisation dans les graisses, alors que le mot « essentiel » reflète l'odeur distinctive dégagée par la plante productrice.

1.1.1.1. Huiles essentielles de la plante de Melaleuca leucadendron



Source :[7].

Figure 1 : Illustration de M. leucadendra au 19ème siècle

Description botanique

De son nom scientifique : Melaleuca, le cajeput ou [cajeputier](#) ou mélaleuque blanc (Melaleuca cajuputi) en français, est un arbre de la famille des [Myrtaceae](#), originaire de l'Asie du Sud-Est et du nord de l'Australie. Il est exploité dans de nombreuses régions tropicales pour la production d'[huile de cajeput](#).

L'espèce connue sous de multiples [noms vernaculaires](#) locaux, a été pendant longtemps référencée comme [Melaleuca leucadendron](#) [8].

Le cajeput, Melaleuca cajuputi, est un arbuste ou un arbre à feuilles persistantes, pouvant atteindre 30 m de haut. L'écorce épaisse, blanchâtre, s'exfolie en larges bandes. Les rameaux sont couverts d'une pubescence de poils fins, assez denses et longs.

Les feuilles font 4,5 à 14 cm de long sur 1,5 à 5 cm de large et sont portées par un pétiole de 5-15 mm de long. Le limbe de forme étroitement [elliptique](#) est couvert de soies [appressées](#) et parcouru par 5 à 9 nervures parallèles.

L'inflorescence est un [épi](#) faisant jusqu'à 28 mm de large, et regroupant les fleurs en 8 à 17 triades, portées par un rachis pubescent. Elles sont de couleur crème. L'[hypanthium](#) est pubescent ou pubérulent, en forme de coupe, de 1,6 mm de long. Les 5 [sépalés](#) sont caducs et les 5 [pétales](#) de 2,4 mm de long sont sous-tendus par des glandes. Les nombreuses [étamines](#) sont groupées par faisceaux de 8 à 13. Les filaments de 9,2 à 10 mm de long, sont blancs, crèmes ou jaunâtres [8].

1.1.1.1.1. Huiles essentielles de la plante de Lippia multiflora



Source : [9]

Figure 2 : Lippia multiflora

Description botanique

Le genre *Lippia* comprend approximativement 220 espèces d'herbes et d'arbrisseaux dont l'espèce *multiflora*. *Lippia multiflora* Moldenke (*L. multiflora* Mold.) est une plante aromatique d'odeur camphrée, présente dans beaucoup de pays d'Afrique. Les zones de Yamoussoukro et de Tiébissou, en Côte d'Ivoire, sont les deux principales zones naturelles de développement de *Lippia multiflora* [10]. Il pousse, généralement dans les savanes et peut atteindre 4 m de hauteur. *L. multiflora* Mold. est non seulement consommé par de nombreuses populations en infusion théiforme, mais aussi utilisé en médecine traditionnelle africaine pour ses diverses vertus thérapeutiques. Cette plante entre dans la composition de deux phytomédicaments : le Malarial au Mali et le Tétra au Congo. Elle contient de nombreux métabolites secondaires (flavonoïdes, leucoanthocyanes, sternoïdes ou terpénoïdes, tannins, alcaloïdes) et des composés volatils [10].

L. multiflora est une plante vivace par sa souche ligneuse dressée en touffes pouvant atteindre 2,7 à 4 m de hauteur s'il n'est pas coupé. Les tiges de *L. multiflora* sont anguleuses, pubescentes et ramifiées aux extrémités. Elles portent des grandes feuilles bleuâtres vertes, oblongues, verticillées par trois ou par quatre, à base longuement cuvée, à sommet acuminé, à bord finement denté et à pubescence blanchâtre.

L. multiflora possède des inflorescences en épis terminaux ombelliformes, globuleuses ou cylindriques. Les fleurs sont de couleurs blanches et petites en glomérules cylindriques courtes. Elles sont larges de 5 à 7 mm, longues, de 5 mm à 2

cm. Elles sont disposées surtout en panicules colymbiformes terminaux. Le fruit a la chair jaune foncée, sucré et comestible dans laquelle sont abrités des pépins [11].

1.1.1.2. Huiles essentielles de la plante d'ocimum



Source : [12]

Figure 9 : Ocimum basilicum

Description botanique

L'*Ocimum basilicum* est originaire de l'Inde et d'autres régions tropicales. Il s'étend de l'Afrique au Sud-Est de l'Asie. Il est cultivé sur le plan mondial et particulièrement, en Côte d'Ivoire [12].

L'*Ocimum basilicum* est une plante annuelle ou parfois pérenne. Elle est très utilisée à cause de ses feuilles. En fonction des différentes variétés, les plantes peuvent atteindre une hauteur qui varie de 30 à 150 cm. Ses feuilles sont richement vertes et ovales, de tailles et de formes variées en fonction de différentes cultures. Les feuilles ont des dimensions variables de 3 à 11 cm de longueur et de 1 à 6 cm de largeur. *Ocimum basilicum* renferme une racine pivotante, épaisse et centrale. Elle possède aussi de petites feuilles blanches, qui se développent à partir d'une inflorescence centrale qui émerge de la tige centrale au sommet de la plante [12].

1.1.1.3. Huiles essentielles d'Eucalyptus



Source : [13]

Figure 11 : Inflorescences d'eucalyptus : Eucalyptus camaldulensis

Description botanique

Les eucalyptus forment un groupe très riche de plantes du [genre Eucalyptus](#), de la famille des [Myrtaceae](#) et qui regroupait jusqu'en 1995 le genre [Corymbia](#). Les eucalyptus sont originaires d'[Australie](#), ils sont donc indigènes au continent australien, où ils dominent d'ailleurs 95 % des forêts. De plus de six cents espèces recensées dans les années 60, plus de 800 espèces sont reconnues, de nos jours. Les eucalyptus possèdent toute une gamme de mécanismes d'adaptation et ont une croissance rapide, ce qui leur permet d'être présents dans de nombreux environnements, notamment dans le Kentucky. On utilise aussi, moins fréquemment, le mot gommier pour parler des eucalyptus.

Certaines espèces, plus particulièrement *E. globulus*, ont été introduites en [Europe](#), où elles se sont très bien acclimatées sur les rivages méditerranéens, ainsi qu'au [Portugal](#), où d'immenses forêts d'eucalyptus ont été plantées pour la production de pâte à [papier](#). Ces espèces ont également été plantées en [Afrique du Nord](#), précisément au [Maroc](#), en [Algérie](#), en [Tunisie](#) et en [Libye](#). On les rencontre aussi dans les îles de [Madagascar](#), de [Mayotte](#), de [Malte](#) et de [La Réunion](#), au [Sri Lanka](#), en [Afrique du Sud](#), en [Côte d'Ivoire](#), sur les pentes du [mont Elgon](#) et dans le Sud-Ouest en [Ouganda](#), en [Californie](#), en [Argentine](#), au [Brésil](#), au [Chili](#), en [Équateur](#) et au [Pérou](#) [14].

Un eucalyptus adulte peut, selon l'espèce, se présenter comme un petit buisson ou comme un arbre de très haute stature.

On a l'habitude de dire des eucalyptus qu'ils sont :

- petits s'ils mesurent moins de dix mètres de haut ;

- de taille moyenne s'ils font entre dix et trente mètres ;
- grands s'ils mesurent entre trente et soixante mètres ;
- très grands s'ils atteignent plus de soixante mètres (certaines espèces atteignant 90 mètres de hauteur).

Les arbres à tronc unique avec un faite foliaire occupant la partie terminale du tronc sont des eucalyptus de forêt, et les arbres à tronc unique, mais dont les branches commencent à apparaître à une faible distance au-dessus du sol, sont les eucalyptus de bois.

L'écorce est très utile pour l'identification et la distinction entre les nombreuses espèces, car elle peut présenter de grandes différences dans son apparence : se décortiquant, dure, fibreuse, floconneuse, lisse, creusée de profonds sillons, etc.

La plupart des eucalyptus ont des feuilles [persistantes](#), mais quelques espèces tropicales perdent celles-ci à la fin de la saison sèche. Comme chez les autres membres de la famille des [Myrtaceae](#), les feuilles d'eucalyptus sont couvertes de glandes à huile. L'abondante production d'huile est une caractéristique importante de ce genre.

Les [feuilles](#), bleutées, ont une curieuse caractéristique : sur les jeunes arbres, elles sont opposées, sessiles, ovales et glauques, et quand l'arbre grandit, elles deviennent alternes, pétiolées, très allongées, parfois un peu courbées comme des lames de faux, et d'un vert luisant. Les deux types de feuillage cohabitent dans les mêmes forêts, donnant l'impression qu'elles sont constituées d'arbres différents [14].

Les fleurs sont très variées. Elles ont de très nombreuses [étamines](#) qui peuvent être de couleur blanche, crème, jaune, rose ou rouge. Au départ, les étamines sont encloses dans un étui fermé par un [opercule](#) (d'où le nom d'eucalyptus du grec eu : bien et kaluptos : couvert) formé par la fusion des pétales et/ou des sépales. Pour un même sujet, les opercules peuvent avoir différentes formes. Les fleurs d'eucalyptus constituent la source de [nectar](#) la plus abondante pour la production de [miel](#) en Australie.

Les fruits d'eucalyptus sont formés par le développement du réceptacle ainsi que de l'ovaire qui s'y attache. Ils contiennent un nombre important d'[ovules](#). Une partie de ces ovules seront fécondés par des grains de [pollen](#) distincts, lors de la pollinisation, mais ils ne le seront jamais en totalité.

La plupart des Eucalyptus possèdent également des organes de sauvegarde souterrains appelés lignotubes. Ces lignotubes se présentent sous forme de renflements à la base du collet racinaire ; ce sont des massifs cellulaires indifférenciés contenant des réserves glucidiques comme l'[amidon](#).

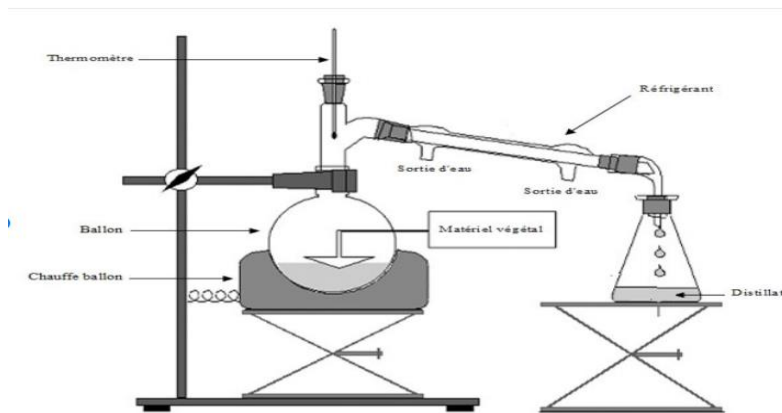
Plusieurs espèces d'eucalyptus sont parmi les plus grands arbres au monde. [Eucalyptus regnans](#) est le plus grand [angiosperme](#) connu ; aujourd'hui, le plus

grand spécimen mesuré nommé Centurion mesure 99,6 m de hauteur. Seul le [Séquoia à feuilles d'if](#) est plus grand et le [Pin de Douglas](#) a environ la même taille mais ce sont tous deux des [conifères \(gymnospermes\)](#). Six autres espèces d'eucalyptus dépassent 80 mètres de hauteur : [Eucalyptus obliqua](#), [Eucalyptus delegatensis](#), [Eucalyptus diversicolor](#), [Eucalyptus nitens](#), [Eucalyptus globulus](#) et [Eucalyptus viminalis](#) [14].

1.1.2. Matériel de laboratoire

1.1.2.1. Appareil d'extraction des huiles essentielles type Clevenger

Le matériel de laboratoire est constitué de l'hydrodistillateur (Clevenger). Ce dispositif sert à distiller les plantes aromatiques en vue d'obtenir les huiles essentielles.



Source : [13]

Figure 11 : Appareil d'extraction des huiles essentielles type Clevenger

On introduit une quantité suffisante de matériel végétal (tiges, feuilles, fleurs bougeons) dans un ballon en verre contenant une quantité suffisante d'eau distillée sans pour autant remplir le ballon pour éviter les débordements de l'ébullition. On chauffe le mélange à l'aide d'un chauffe ballon. Les vapeurs chargées d'huiles essentielles passent à travers le tube vertical, puis dans le réfrigérant où aura lieu la condensation. Les gouttelettes ainsi produites s'accumulent dans le tube rempli au préalable d'eau distillée. En raison de la différence de densité, l'huile essentielle surnage à la surface de l'eau.

1.1.2.2. Boîtes de pétri

Une boîte de Pétri est un petit récipient circulaire de laboratoire destiné à la culture de micro-organismes, de [cellules](#) ou de fragments d'organe sur un milieu nutritif solidifié. Les boîtes de Pétri sont toujours rondes, le plus souvent en verre ([matériau inerte](#)), inmanquablement plates et systématiquement transparentes.

Une boîte de Pétri est utile en [microbiologie](#) pour la mise en culture de micro-organismes et toute [flore](#), elle est un ustensile incontournable de la vie des laboratoires de [biologie](#) car elle permet de déterminer les [germes](#) présents dans une [souche](#) de [bactéries](#) après [ensemencement](#).



Source : [13]

Figure 11 : Boite de Pétri

Des microorganismes responsables de pollution des eaux sont ensemencés dans ces boîtes de Pétri.

1.2. Méthode

Il s'agit de tester l'action des huiles essentielles sur les microorganismes de pollution des eaux. Pour se faire, le teste a été porté sur quatre microorganismes de pollution des eaux qui sont : *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *streptococcus fecalis* et *E. coli*. Des puits de 5 mm de diamètre de chaque gélose sont constitués, dans lesquels sont mis 100 microlitres des huiles essentielles qui sont incubés ensuite à différentes températures afin d'identifier les zones d'inhibition.

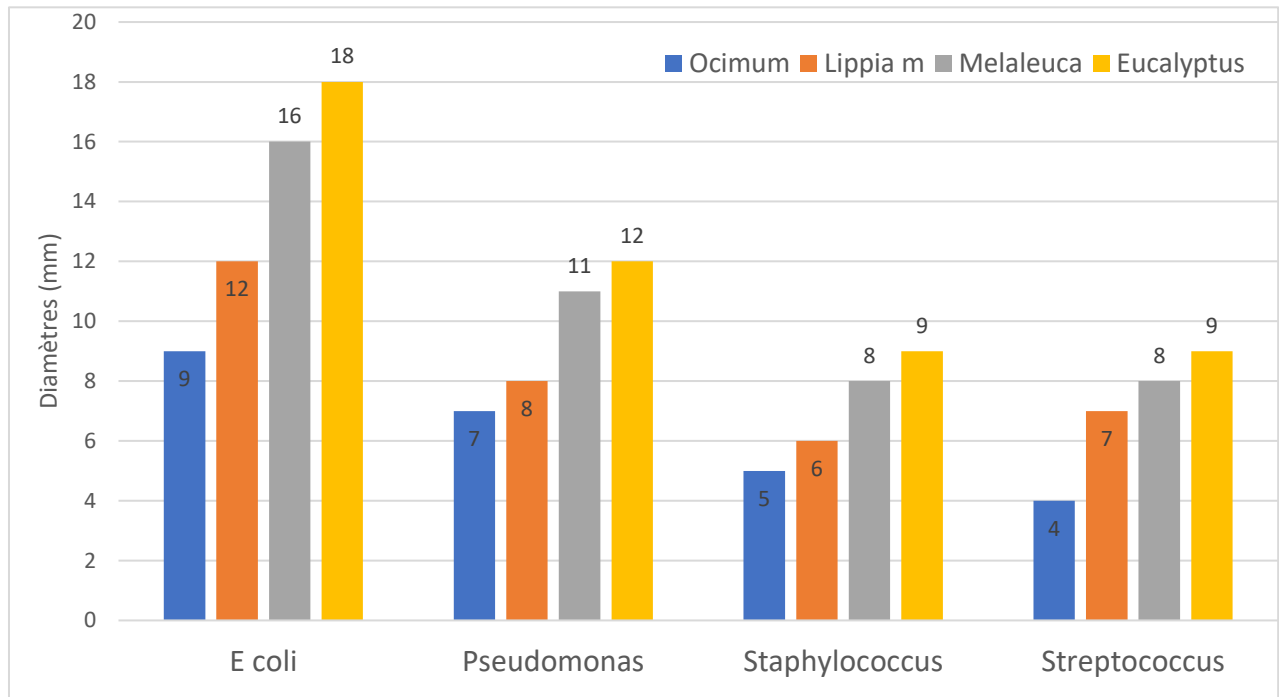
2. Résultats et discussion

2.1. Résultats

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Résultats de l'effet des quatre huiles essentielles sur des souches microbiennes. Source [15]

	Ocimum basilicum	Lippia multiflora	Melaleuca leucadendron	Eucalyptus camadulensis
E coli	9	12	16	18
Pseudomonas	7	8	11	12
Staphylococcus	5	6	8	9
Streptococcus	4	7	8	9



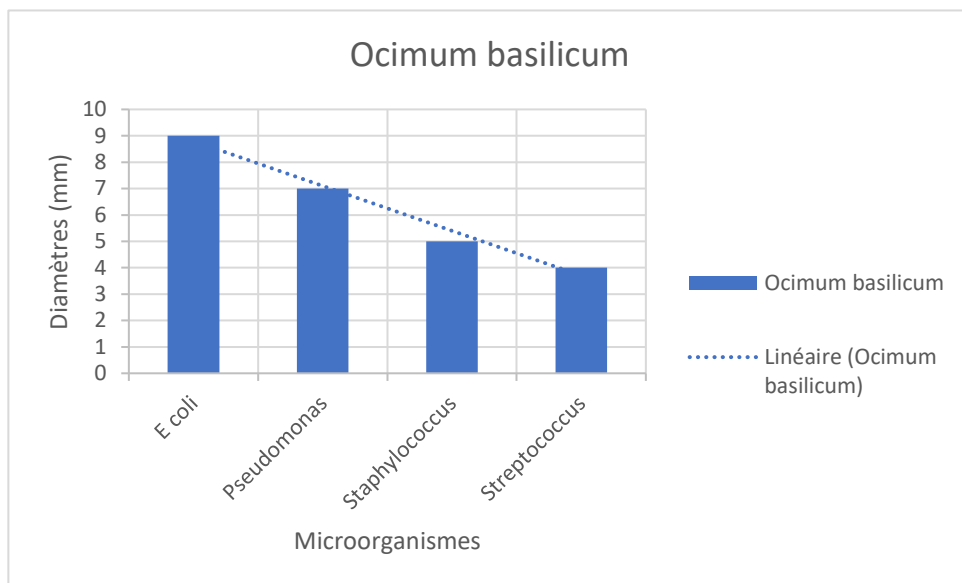
Source [15]

Figure 12 : Effet inhibiteur des huiles essentielles sur des microorganismes.

L'étude de l'efficacité de chaque huile essentielle sur les microorganismes nous donne les résultats suivants :

Tableau 2 : Résultats de l'effet des huiles essentielles de l'Ocimum basilicum sur des souches microbiennes. Source [12]

	E coli	Pseudomona s	Staphylococcu s	Streptococcu s
Ocimum basilicum	9	7	5	4

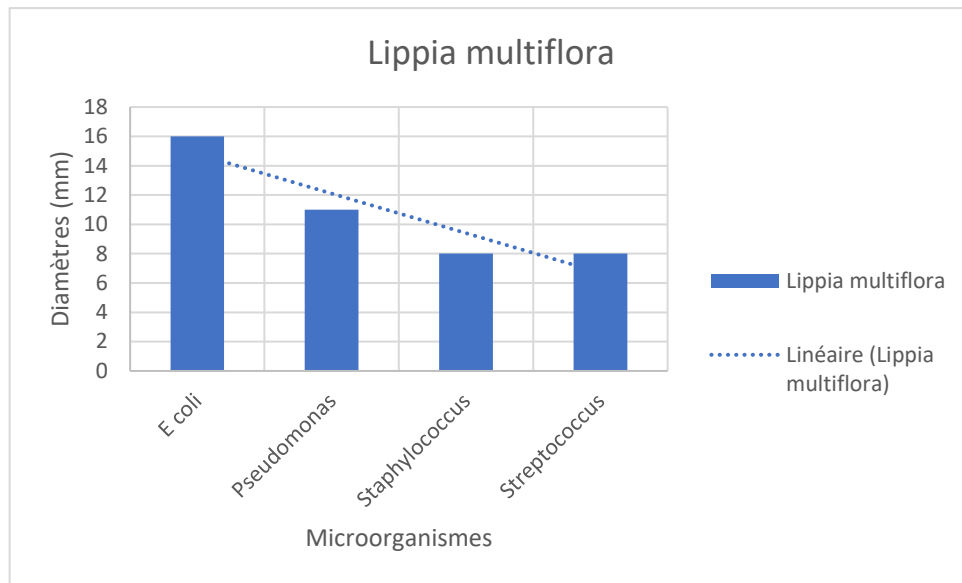


Source [12]

Figure 13 : Effet inhibiteur de l’Ocimum basilicum sur des microorganismes.

Tableau 3 : Résultats de l'effet des huiles essentielles de *Lippia multiflora* sur des souches microbiennes. Source [16]

	E coli	Pseudomonas	Staphylococcus	Streptococcus
<i>Lippia multiflora</i>	16	11	8	8

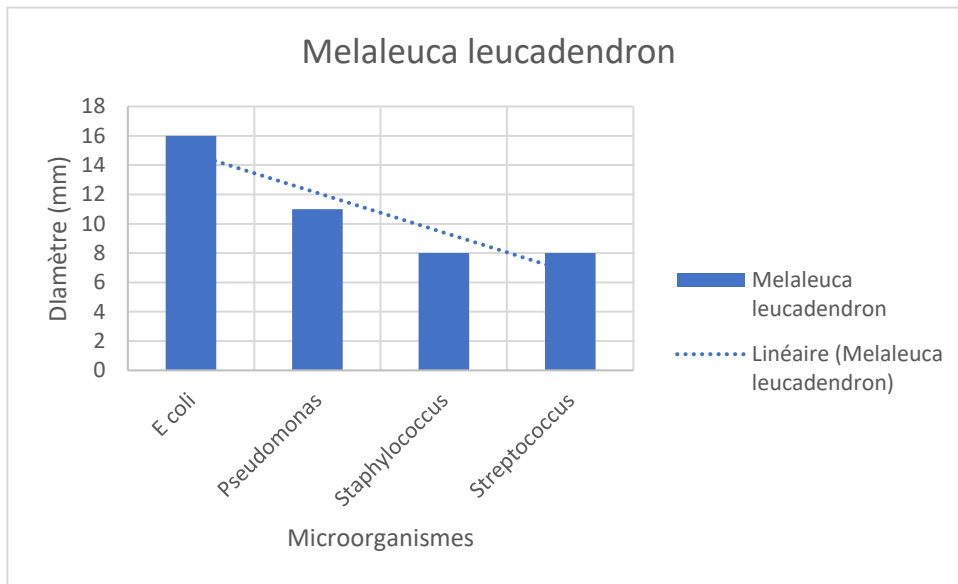


Source [16]

Figure 14 : Effet inhibiteur de *Lippia multiflora* sur des microorganismes.

Tableau 4 : Résultats de l'effet des huiles essentielles de Melaleuca leucadendron sur des souches microbiennes. Source [8]

	E coli	Pseudomonas	Staphylococcus	Streptococcus
Melaleuca leucadendron	16	11	8	8

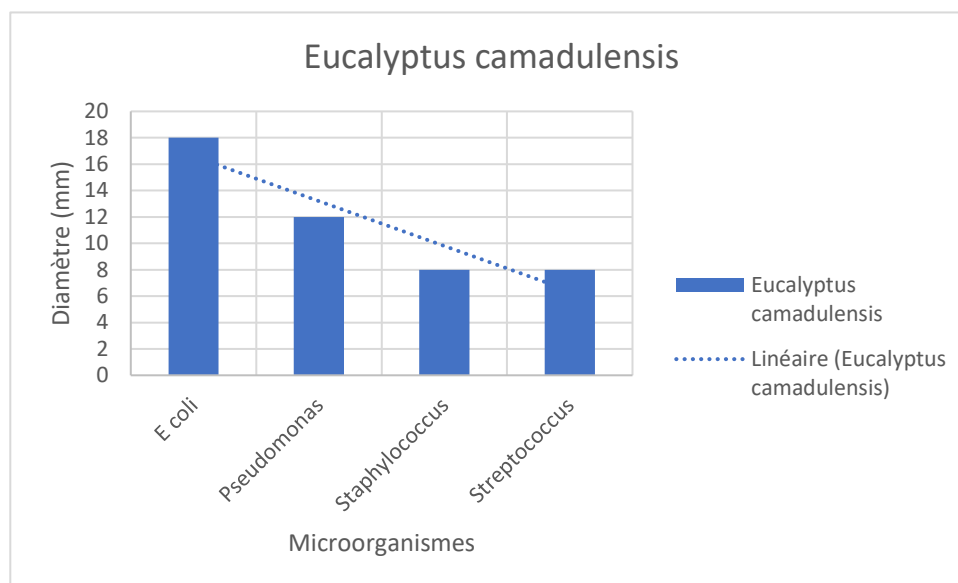


Source [8]

Figure 15 : Effet inhibiteur de Melaleuca leucadendron sur des microorganismes.

Tableau 5 : Résultats de l'effet des huiles essentielles de l'Eucalyptus camadulensis sur des souches microbiennes. Source [13]

	E coli	Pseudomonas	Staphylococcus	Streptococcus
Eucalyptus camadulensis	18	12	8	8



Source [13]

Figure 15 : Effet inhibiteur d'Eucalyptus camadulensis sur des microorganismes.

Nous avons les résultats suivants : 9 mm, 12 mm, 16 mm et 18 mm de diamètre respectivement de Lippia multiflora, ocimum, Melaleuca et Eucalyptus. La différence des différents résultats nous amènent à dire que ces quatre huiles essentielles n'ont pas la même activité inhibitrice sur ces souches microbiennes. L'Eucalyptus a une efficacité plus élevée, ensuite le Melaleuca, puis l'Ocimum et enfin le Lippia..

2.2. Interprétation des résultats

Les terpénoïdes et les phénylpropanoïdes constituent les composants actifs les plus importants des huiles essentielles, dont les mono et sesquiterpénoïdes forment la majeure partie [17]. Ces composés responsables de l'inhibition des microorganismes seraient majoritairement concentrés au sein de l'Eucalyptus plus que les autres huiles essentielles.

Le facteur climatique pourrait être à la base de ces différences de concentration au niveau des différentes plantes. De même, la fertilité du sol pourrait aussi avoir une importante influence sur l'enrichissement de ces huiles essentielles terpénoïdes et en phénylpropanoïdes.

2.3. Discussions

Compte tenu de la variabilité des quantités et des profils des composants des huiles essentielles, il est probable que leur activité antimicrobienne ne soit pas attribuable à un mécanisme unique, mais à plusieurs sites d'action au niveau des cellules [15]. De façon générale, il a été observé une diversité d'actions toxiques des huiles essentielles sur les bactéries. Entre autres, il y a la perturbation de la membrane cytoplasmique, la perturbation de la force motrice de proton, fuite d'électron et la coagulation du contenu protéique des cellules. Le mode d'action des huiles essentielles dépend en premier lieu du type et des caractéristiques des composants actifs. Plus particulièrement, la propriété hydrophobe de ces composants actifs qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne.

Conclusion

Au regard de la littérature, nous constatons que les huiles essentielles des plantes de *Melaleuca leucadendron*, *d'Ocimum basilicum*, de *Lippia multiflora* et de *d'Eucalyptus camadulensis* ont un effet inhibiteur sur des microorganismes responsables de la pollution des eaux. Plus particulièrement les quatre souches qui sont *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *streptococcus fecalis* et *E. coli*.

L'activité de ces huiles essentielles pourrait être un atout pour les populations ivoiriennes, surtout celles vivant dans les zones où il y a pénurie d'eaux potables. Les populations rurales du district autonome de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire pourraient plus s'intéresser à l'utilisation des huiles essentielles de l'*Eucalyptus* pour l'assainissement de leurs eaux de consommation.

Références bibliographiques

- M. Ouedraogo, "Caractérisation des aquifères de socle pour l'amélioration de la productivité des forages d'hydraulique villageoise dans le bassin versant du Bandama blanc amont (Nord de la Côte d'Ivoire)," Univ. Paris-Saclay, 2016.
- N. G. A. Jean-paul, "Evaluation De L' Efficacite Deux Techniques De « Traitement De L' Eau a Domicile » Des Eaux De Consommation De L' Ufr Des Sciences," pp. 2016-2017, 2017.
- H. El Haissoufi et al., "POLLUTION DES EAUX DE PUIITS DE CERTAINS QUARTIERS DE LA VILLE DE FES, MAROC," Rev. Microbiol. Ind. San Environn, vol. 5, no. 1, pp. 37-68, 2011.

- J. Margat, "Exploitations et utilisations des eaux souterraines dans le monde," Géoscience pour une terre durable, 2008.
- D. J. Charles and J. E. Simon, "Comparison of Extraction Methods for the Rapid Determination of Essential Oil Content and Composition of Basil," J. Am. Soc. Hortic. Sci., 2019, doi: 10.21273/jashs.115.3.458.
- "Composition chimique et propriétés antibactériennes des huiles essentielles d' *Ocimum basilicum* et d' *Hyptis suaveolens* (L.) Poit récoltés dans la région de Dakar au Sénégal," Afrique Sci. Rev. Int. des Sci. Technol., 2014.
- A. ATTOU, "Détermination de la Composition Chimique des Huiles Essentielles de Quatre Plantes Aromatiques de l' Ouest Algérien (Région d' Ain Témouchent) Etude de Leurs Activités Antioxydante et Antimicrobienne," Thèse Dr. Univ. Abou Bekr Belkaid Tlemcen, p. 124, 2018.
- A. Chevalier, "Le Melaleuca Leucadendron (Suite).," Rev. Bot. appliquée d'agriculture Colon., 1927, doi: 10.3406/jatba.1927.4512.
- L. Soro, L. Grosmaire, A. Ocho-Anin Atchibri, S. Munier, C. Menut, and Y. Pelissier, "Variabilité de la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Lippia multiflora* cultivées en Côte d'Ivoire," J. Appl. Biosci., 2015, doi: 10.4314/jab.v88i1.5.
- A. K. Alphonse, "THEME :".
- A. W. Etou-Ossibi et al., "Effects of aqueous extract of *lippia multiflora* moldenke on the arterial hypertension induced by DOCA-salt in the rat," Phytotherapie, 2012, doi: 10.1007/s10298-012-0748-4.
- M. Bährle-Rapp and M. Bährle-Rapp, "*Ocimum basilicum*," in Springer Lexikon Kosmetik und Körperpflege, 2007. doi: 10.1007/978-3-540-71095-0_7049.
- A. Farah, B. Satrani, M. Fechtal, A. Chaouch, and M. Talbi, "Composition chimique et activités antibactérienne et antifongique des huiles essentielles extraites des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* et de son hybride naturel (clone 583)," Acta Bot. Gall., vol. 148, no. 3, pp. 183-190, 2001, doi: 10.1080/12538078.2001.10515886.
- S. S. Zrira, B. B. Benjilali, M. M. Fechtal, and H. H. Richard, "Essential Oils of Twenty-seven *Eucalyptus* Species Grown in Morocco," J. Essent. Oil Res., vol. 4, no. 3, pp. 259-264, 1992, doi: 10.1080/10412905.1992.9698059.
- V. DE BILLERBECK, C. ROQUES, P. VANIERE, and P. MARQUIER, "Activité antibactérienne et antifongique de produits à base d'huiles essentielles," Hygiène (Lyon), 2002.
- G. K. Roselin Cyrille, D. Adjehi, S. Yaya, K. Nzebo Desire, K. A. Brise Benjamin, and D. Marcellin, "Antimicrobial and Preservative Activities of *Lippia Multiflora* Essential Oil on Smoked Mackerel (*Scomber Scombrus*) Fish," Arch. Clin. Microbiol., vol. 08, no. 01, 2017, doi: 10.4172/1989-8436.100063.
- L. Castillejos, S. Calsamiglia, and A. Ferret, "Effect of essential oil active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow in in vitro systems," J. Dairy Sci., 2006, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72341-4.