



PROFILS CHIMIQUES COMMUNS DES HUILES ESSENTIELLES D'EUCALYPTUS CITRIODORA HOOK. (MYRTACEAE) ET DE CYMBOPOGON NARDUS (L.) RENDLE (POACEAE) DU CONGO-BRAZZAVILLE

COMMON CHEMICAL PROFILES OF ESSENTIAL OILS FROM *EUCALYPTUS CITRIODORA* HOOK. (MYRTACEAE) AND *CYMBOPOGON NARDUS* (L.) RENDLE (POACEAE) OF CONGO-BRAZZAVILLE

| Belline Ndzele Likibi ^{1*} | Gouollaly Tsiba ¹ | Aimé Bertrand Madiélé Mabika ¹ | Arnaud Wilfrid Etou Ossibi ² | Samuel Nsikabaka ¹ | and | Jean-Maurille Ouamba ¹ |

¹ Unité de Chimie du Végétal et de la Vie (UC2V) | Faculté des Sciences et Techniques | Université Marien Ngouabi | BP 69, Brazzaville | Congo |

² Laboratoire de Biochimie et de Pharmacologie | Faculté des Sciences de la Santé | Université Marien Ngouabi | BP 69, Brazzaville | Congo |

| Received 14 October 2019 |

| Accepted 02 November 2019 |

| Published 10 November 2019 |

| ID Article | Belline-Ref.1-ajira141019 |

RESUME

Introduction : Les huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* Hook. et de *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle sont les principales sources de production du citronellal avec des proportions atteignant (65 à 85%). C'est un composé des huiles essentielles de grande valeur économique liée à ses arômes qu'il contient, utile en industries agroalimentaire, pharmaceutique, cosmétique et en parfumerie. **Contexte :** Face à son importance économique, la place qu'occupe le citronellal dans ces industries devient de plus en plus grandissante et la nécessité de définir avec précision les éléments chimiques constitutifs de ces huiles essentielles s'impose. **Objectifs :** Le but de ce présent travail est d'évaluer les propriétés physico-chimiques et de déterminer la composition chimique des huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* et de *Cymbopogon nardus* en vue d'établir un lien de ressemblance qualitative et quantitative de leurs constituants majeurs. **Méthodes :** Les huiles essentielles ont été extraites par hydrodistillation à partir des feuilles sèches d'*Eucalyptus citriodora* et de *Cymbopogon nardus* récoltées dans la partie sud de Brazzaville (Makélékélé) et analysées par chromatographie en phase gazeuse (CPG) et par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM). Les indices de réfraction et d'acide ont été déterminés par les méthodes décrites par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) et par l'Association of Official Analytical Chemists (AOAC). **Résultats :** Les huiles essentielles incolores et jaunes ont été obtenues avec les rendements respectifs de 3,59% et 2,34% pour *Eucalyptus citriodora* et *Cymbopogon nardus*. Les valeurs des indices de réfraction et d'acide déterminées sont respectivement (1,4532 et 0,392) pour l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* et de (1,4742 et 0,280) pour l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus*. Les analyses chromatographiques et spectrométriques ont attesté que l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* est caractérisée par une large quantité des monoterpènes (97,96%) dominés par les monoterpènes oxygénés (97,20%) dont les composés majeurs sont le citronellal (80,72%) et le citronellol (10,48%). Les sesquiterpènes sont représentés par un seul composé hydrocarboné (le E caryophyllène) avec un taux très faible (0,13%). L'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* possède une abondance monoterpénique (77,85%) avec un fort pourcentage des monoterpènes oxygénés (75,89%). On note une faible présence des monoterpènes hydrocarbonés (1,96%). Les sesquiterpènes oxygénés constituent (12,39%), par contre les sesquiterpènes hydrocarbonés sont faiblement représentés (3,46%). Les huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* et de *Cymbopogon nardus* possèdent les profils chimiques similaires caractérisés par les principaux constituants communs respectifs suivants : le citronellal (80,72% et 32,53%) et le citronellol (10,48% et 10,98%). **Conclusion :** Compte tenu de leurs faibles indices de réfraction, des présences et des proportions élevées en citronellal (80,72% et 32,53%), en citronellol (10,48% et 10,98%) respectivement dans les huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* et de *Cymbopogon nardus*, ces huiles essentielles se révèlent utiles pour le développement des industries cosmétiques, pharmaceutiques, agroalimentaires, chimiques et de parfumerie.

Mots-clés : Profil chimique, *Eucalyptus citriodora*, *Cymbopogon nardus*, huile essentielle, chromatographie, composition chimique.

ABSTRAT

Background: The essential oils of *Eucalyptus citriodora* Hook. and *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle are the main sources of production of citronellal with proportions reaching (65 to 85%). It is a compound of essential oils of great economic value related to its flavors it contains, useful in the food, pharmaceutical, cosmetic and perfume industries. **Context:** In view of its economic importance, the place occupied by citronellal in these industries is becoming more and more important and the need to precisely define the constituent chemical elements of these essential oils is essential. **Objectives:** The purpose of this work is to evaluate the physicochemical properties and to determine the chemical composition of the essential oils of *Eucalyptus citriodora* and *Cymbopogon nardus* in order to establish a link of qualitative and quantitative resemblance of their major constituents. **Methods:** The essential oils were extracted by hydrodistillation from the dry leaves of *Eucalyptus citriodora* and *Cymbopogon nardus* harvested in the southern part of Brazzaville (Makélékélé) and analyzed by gas chromatography (GC) and by coupled gas chromatography to mass spectrometry (GC / MS). Refractive and acid indices were determined by the methods described by the French Association of Standards (AFNOR) and by the Association of Official Analytical Chemists (AOAC). **Results:** The colorless and yellow essential oils were obtained with the respective yields of 3.59% and 2.34% for *Eucalyptus citriodora* and *Cymbopogon nardus*. The values of the refractive indices and acid determined are respectively (1.4532 and 0.392) for the essential oil of *Eucalyptus citriodora* and (1.4742 and 0.280) for the essential oil of *Cymbopogon nardus*. Chromatographic and spectrometric

analyses have shown that the essential oil of *Eucalyptus citriodora* is characterized by a large amount of monoterpenes (97.96%) dominated by oxygenated monoterpenes (97.20%), the major compounds of which are citronellal (80,72%) and citronellol (10.48%). Sesquiterpenes are represented by a single hydrocarbon compound (E caryophyllene) with a very low level (0.13%). The essential oil of *Cymbopogon nardus* has a monoterpene abundance (77.85%) with a high percentage of oxygenated monoterpenes (75.89%). There is a small presence of hydrocarbon monoterpenes (1.96%). Oxygenated sesquiterpenes constitute (12.39%), whereas hydrocarbon sesquiterpenes are poorly represented (3.46%). The essential oils of *Eucalyptus citriodora* and *Cymbopogon nardus* have similar chemical profiles characterized by the following main common constituents: citronellal (80.72% and 32.53%) and citronellol (10.48% and 10.98%). %). **Conclusion:** Given their low refractive indices, high presences and proportions of citronellal (80.72% and 32.53%), citronellol (10.48% and 10.98%) respectively in the essential oils of *Eucalyptus citriodora* and *Cymbopogon nardus*, these essential oils are useful for the development of the cosmetic, pharmaceutical, food, chemical and perfume industries.

Keywords: Chemical profile, *Eucalyptus citriodora*, *Cymbopogon nardus*, essential oil, chromatography, chemical composition.

1. INTRODUCTION

Originaire d'Australie, le genre *Eucalyptus* appartient à la famille des Myrtaceae et compte environ 900 à 1000 espèces [1]. D'autres espèces sont originaires de la Malaisie à l'est de la ligne de Wallae [2]. Celui-ci s'est répandu partout dans le monde entier [3]. Il se développe dans les régions sèches aussi bien que dans les régions humides [4]. *Eucalyptus citriodora* est l'une des espèces de ce genre. C'est un arbre qui peut atteindre 15 à 20 mètres de hauteur. Les feuilles sont persistantes, aromatiques, alternes, longues et étroites (Figure 1) dont la couleur varie selon l'âge. Les fleurs sont blanches ou crèmes. Les fruits sont petits en formes d'urne avec un bord mince et des valves bien enfoncées. Traditionnellement, les décoctions des feuilles d'*Eucalyptus citriodora* sont recommandées pour les bronchites, la toux, les rhumes, la sinusite [5]. La poudre d'*Eucalyptus citriodora* a un effet efficace dans la conservation des denrées stockées [6]. En pharmacologie, les études antérieures effectuées sur les huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* ont montré des activités antibactérienne [7]; antifongique [8]; larvicide [9]; analgésique et anti-inflammatoire [10]; insecticide [11]. En se référant à la revue bibliographique, le composé principal de la majorité des huiles essentielles des diverses origines géographiques du monde est le citronellal, avec des proportions supérieures à 60% se présentant comme suit : Au Congo : citronellal (80%) [12]; au Bangladesh : citronellal (77%), citronellol (5,9%) [13]; en Inde : citronellal (70,30%), citronellol (8,8%) [14]; au Brésil : citronellal (64,92%), Iso-isopulegol (10,20%) [15]. Cependant la littérature révèle la présence d'autres composés majoritaires autre que le citronellal dans les huiles essentielles de certaines étendues géographiques : Au Congo : citronellol (>50%) [16]; En Inde : 1,8 cinéol (44,10%), camphène (27,10%), α -pinène (8, 40%) [17]; en Centrafrique : Eucalyptol (65,10%), p-pinène (19,19%) [18].

Le genre *Cymbopogon* appartient à la famille des Poaceae et possède plus de 100 espèces dans les pays tropicaux [19] dont 55 sont aromatiques, parmi lesquelles *Cymbopogon nardus*. Celle-ci est originaire de Manna Grass (Sri Lanka) en Asie et est introduite dans plusieurs autres pays du monde. *Cymbopogon nardus* est une touffe d'herbe vivace dont les feuilles de couleur verte sont linéaires, dressées atteignant deux mètres (Figure 2), exhalant un parfum citronné. Son huile essentielle est largement utilisée en agroalimentaire, en parfumerie, en cosmétique grâce à ses principes odoriférants qu'elle contient [20]. Ses racines sont traditionnellement reconnues comme diurétiques, sudorifiques, antipériodiques. Son l'huile essentielle a montré diverses activités biologiques entre autres analgésique [21]; sédatif [22]; anti-parasitaire [23]; antifongique [24, 25]; anthelminthique [26]; antimicrobienne [27]; insecticide [28].

Concernant les études chimiques, la composition chimique de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* a fait l'objet de nombreux travaux dans diverses étendues géographiques du monde. Le citronellal est le constituant prédominant avec des teneurs considérables. Ainsi, les constituants majeurs suivants ont été identifiés : au Congo : Citronellal (37,50%), géraniol (29,40%) [21]; citronellal (47,19%), géraniol (22,32%), citronellol (11,98%) [29]; En Inde : citronellal (29,70%), géraniol (24,20%), α -terpinol (9,20%) [30]; au Togo : citronellal (35,50%), géraniol (27,90%), citronellol (10,70%) [31]; au Bénin : citronellal (27,90%), géraniol (33,40%) citronellol (11,70%) [32].

Le but de ce présent travail est d'évaluer les propriétés physico-chimiques et de déterminer la composition chimique des huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* et de *Cymbopogon nardus* en vue d'établir un lien de ressemblance qualitative et quantitative de leurs constituants majeurs.

2. MATERIELS ET METHODES

Les échantillons d'*Eucalyptus citriodora* et de *Cymbopogon nardus* récoltés en Janvier 2019 dans les quartiers sud de Brazzaville (Makelekelé), respectivement au jardin de la Bibliothèque de l'Université Marien NGOUABI et au jardin de la Direction Générale des Examens et Concours (D.E.C), ont été identifiés par les botanistes de l'Herbier National du Congo. Seules les feuilles ont été sélectionnées pour l'étude.



Figure 1 : Feuilles de l'espèce *Eucalyptus citriodora* Hook.



Figure 2 : Espèce *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle

2.1. Extraction des huiles essentielles

Après huit (8) jours de séchage à la température ambiante, dans une salle aérée, les échantillons de *Cymbopogon citratus* et de *Cymbopogon nardus* constitués des feuilles sont soumis à une hydrodistillation durant quatre (4) heures à l'aide d'un extracteur type Clevenger [33] muni d'un ballon de deux (2) litres. Le condensât chargé d'huile essentielle et de l'hydrolat est recueilli. L'huile essentielle est séparée de l'hydrolat par décantation. L'extraction à l'éther diéthylique est effectuée pour isoler la phase aqueuse de l'huile essentielle suivie du séchage de la phase étherée par le sulfate de sodium anhydre. Vingt et quatre (24) heures après évaporation de l'éther diéthylique à l'air, l'huile essentielle est récupérée. Ces conditions opératoires sont résumées dans le tableau 1. Le rendement R en huile essentielle est calculé selon la formule suivante :

$$R = \frac{\text{Masse d'huile essentielle (g)}}{\text{Masse du matériel végétal utilisé (g)}} \times 100 \quad (1)$$

Tableau 1 : Conditions opératoires de l'hydrodistillation des feuilles d'*Eucalyptus citriodora* Hook. et de *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle.

Matière végétale	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	<i>Cymbopogon nardus</i> (L.) Rendle
	Feuilles	Feuilles
Organes		
Quantité de matière sèche (g)	155	157
Quantité d'eau en (L)	1	1
Temps d'exécution de l'opération en (h)	4	4

2.2. Caractéristiques organoleptiques

Les propriétés organoleptiques (l'aspect, la couleur et l'odeur) ont été évaluées à base de la méthode sensorielle impliquant la vue et l'odorat.

2.3. Paramètres physico-chimiques

2.3.1. Indice de réfraction : L'indice de réfraction est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'huile essentielle maintenue à la température constante [34]. Il est lié à la fonction chimique à laquelle appartient l'huile essentielle et dépend aussi de l'acidité, de la polymérisation de l'huile essentielle.

La mesure a été effectuée à l'aide d'un réfractomètre Abbé type Novex. La méthode décrite par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) [34] a été appliquée. Elle a consisté à mettre deux (2) à trois (3) gouttes d'huile essentielle sur le prisme du réfractomètre. Regarder dans l'oculaire en tournant le bouton de réglage jusqu'à ce la ligne de séparation de la zone claire et de la zone sombre soit au centre du réticule. Lire ensuite la valeur de l'indice de réfraction de l'huile essentielle sur l'échelle de lecture. L'indice est donné par lecture sur le réfractomètre à la température T à laquelle la lecture est effectuée. Celui-ci est ramené à 20°C selon la formule suivante :

$$n_{20} = n_T + 0,00045(T-20) \quad (2)$$

Avec **T** : température à la lecture est effectuée

2.3.2. Indice d'acide : L'indice d'acide (Ia) est le nombre de milligramme de potasse (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides libres renfermés dans 1 gramme d'huile essentielle [34]. Il permet de vérifier la qualité d'une huile essentielle, notamment la détérioration et le vieillissement de celle-ci au cours du temps de stockage. La méthode décrite par l'Association of Official Analytical Chemists [35] a été appliquée pour déterminer l'indice d'acide. Elle consiste à mettre 1gramme d'huile essentielle dans un erlenmeyer dans lequel 5 millilitres (mL) d'éthanol à 95% et 5 gouttes de phénolphthaléine sont ajoutés. Le mélange est réchauffée dans un bain marie jusqu'à environ 65°C pendant 10 minutes. Après refroidissement, celui-ci est titré par une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) de concentration 0,1N à l'aide d'une burette, jusqu'à ce que la solution vire au rose. Les conditions opératoires sont résumées dans le tableau 2.

Ainsi, l'indice d'acide est déterminé par la formule suivante :

$$Ia = 0,56 \times V/m \quad (3)$$

Avec:

V : volume de la solution de KOH.

m : masse d'huile essentielle en gramme

Tableau 2 : Conditions opératoires de détermination de l'indice d'acide

Paramètres	Valeurs
Masse d'huile essentielle en (g)	1
Concentration KOH (mol/L)	0,1
Volume d'éthanol (mL)	5
Quantité de phénolphthaléine (gouttes)	5

2.4. Analyse des huiles essentielles

2.4.1. Analyse par chromatographie en phase gazeuse : La quantification des constituants a été effectuée à l'aide d'un chromatographe de type Hewlett Packard HP 5890 équipé d'un détecteur à ionisation de flamme muni d'un logiciel d'acquisition des données *HP ChemStation*. La séparation des différents constituants se fait à l'aide d'une colonne capillaire DB5 (30m x 0,25mm), (épaisseur du film 0,25µm) dans les conditions opératoires suivantes : gaz vecteur hélium (1 ml.min⁻¹), température de l'injecteur : 280°C, température du détecteur : 280°C. Le four est programmé à 50°C pendant 5 minutes avec un gradient de 5°C.min⁻¹ de 50 à 300°C, 5 minutes à 300°C avec une injection mode split de 1-20.

2.4.2. Analyse par chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse : L'analyse par Chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse a été réalisée à l'aide d'un chromatographe de marque Hewlett Packard HP 6890 couplé à un spectromètre de masse HP 5973. La séparation des différents constituants se fait à l'aide d'une colonne capillaire DB5 (30m x 0,25mm), (épaisseur du film 0,25µm) dans les conditions expérimentales suivantes : gaz vecteur : (hélium : 1 ml.min⁻¹), énergie d'ionisation (70eV), température de l'injecteur (280°C), température du détecteur (280°C). Le four est programmé de 50°C pendant 5 minutes avec un gradient de 5°C.min⁻¹ de 50 à 300°C, 5min à 300°C avec une injection mode split 1-10

2.4.3. Identification des constituants : Les différents constituants de l'huile essentielle ont été identifiés sur la base de leurs indices de rétention et de leurs spectres de masse par comparaison avec les données de la littérature [36, 37, 38].

3. RESULTATS

3.1. Extraction et rendement des huiles essentielles

L'extraction par hydrodistillation des feuilles sèches d'*Eucalyptus citriodora* et *Cymbopogon nardus* fournit des huiles essentielles incolore et jaune claire (tableau 3) avec des rendements de 3,59% et 2,34% respectivement (tableau 4).

Tableau 3 : le tableau montre les caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* Hook. et de *Cymbopogon nardus* L. Rendle.

Espèces	Normes AFNOR (AFNOR, 2000)			HE étudiées		
	Aspect	Couleur	Odeur	Aspect	Couleur	Odeur
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	Liquide mobile	Jaune pâle	Fraiche camphrée cinéolée	Liquide	incolore	Citronnée
<i>Cymbopogon nardus</i> L. Rendle	Liquide mobile	Jaune claire	Citronnée légèrement rosée (rappelant celle du citronellal)	Liquide	Jaune claire	Citronnée

Tableau 4 : Le tableau montre le rendement d'extraction des huiles essentielle des feuilles d'*Eucalyptus citriodora* Hook. et de *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle.

Espèces	Rendement%	
	Notre étude	Etudes antérieures/origine
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	3.59	3,57 [29] /Congo
<i>Cymbopogon nardus</i> L. Rendle	2.34	1.30 [31] / Togo

3.2. Paramètres physico-chimiques

3.2.1. Indice de réfraction et indice d'acide : Les résultats des indices de réfraction obtenus à 20°C et des indices d'acide des huiles essentielles d' *Eucalyptus citriodora* et de *Cymbopogon nardus* sont portés dans le (tableau 5).

Tableau 5: Indices de réfraction à 20°C et d'acide d'*Eucalyptus citriodora* Hook et *Cymbopogon nardus* L. Rendle.

Espèces	Notre étude		Normes AFNOR		Etudes antérieures	
	Indice de réfraction	Indice d'acide	Indice de réfraction	Indice d'acide	Indice de réfraction	Indice d'acide
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	1.4532	0.392	1.4410 - 1.4640	-	1.511 [41] / Inde	2.25 à 2.93 [44] / Indonésie
<i>Cymbopogon nardus</i> (L.) Rendle	1.4742	0.280	1.4743	-	1.4671[42] / Malaisie 1.4759 [32] / Benin	0.850 [32] / Benin

3.3. Composition chimique des huiles essentielle

3.3.1. *Eucalyptus citriodora* : Le tableau 6 rassemble les résultats de l'analyse de chimique de l'huile essentielle extraite des feuilles d'*Eucalyptus citriodora*. Les chromatogrammes (GC-MS) et (GC-FID) sont portés sur les figures 3 et 4. Au total, huit (8) constituants ont été identifiés représentant (98.46%) de la composition chimique de l'huile essentielle totale. L'huile essentielle est caractérisée par une large quantité des monoterpènes (97.96%) dominés par les monoterpènes oxygénés (97.20%) dont les majeurs composés sont le citronellal avec un taux élevé de (80.72%), le citronellol (10.48%), l'isopulegol (3,91%). On note la présence d'un seul composé hydrocarboné le β -pinène qui occupe un taux faible de (0.76). Le groupe des sesquiterpènes reste marqué par un seul composé hydrocarboné, le E caryophyllène dont le taux est faible s'élevant à (0,13%). Les composés aliphatiques sont caractérisés par l'aldéhyde éthylénique le 2,6 dimethyl hept-5-èn-1-al avec une proportion aussi faible (0,37%).

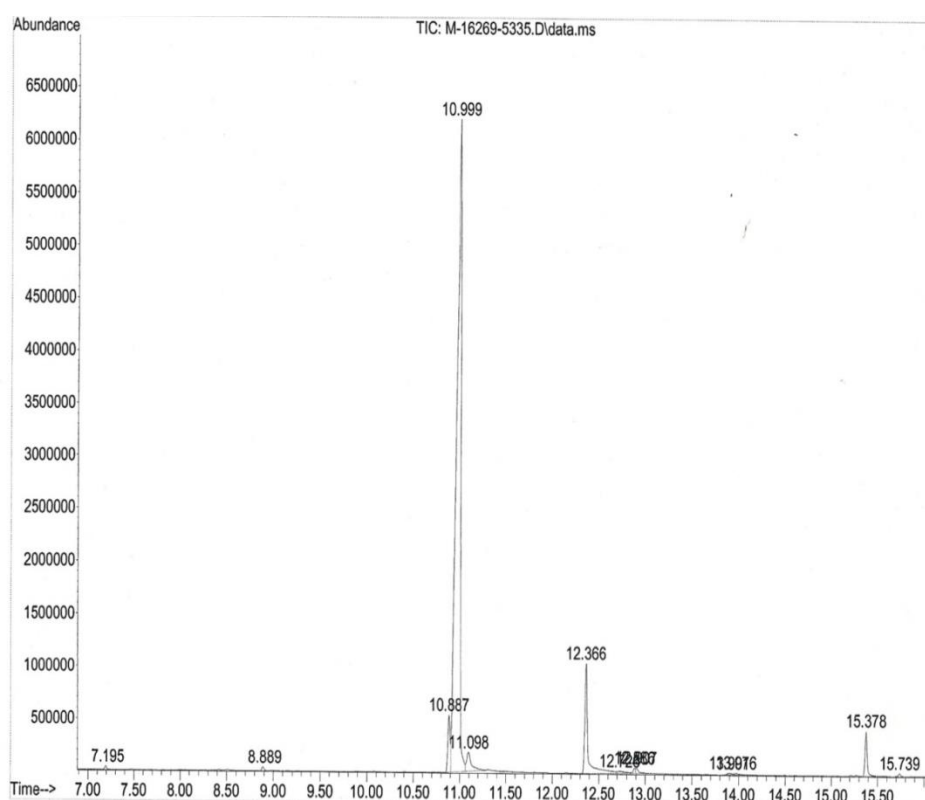


Figure 3 : la figure montre le chromatogramme (GC-MS) de l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* Hook.

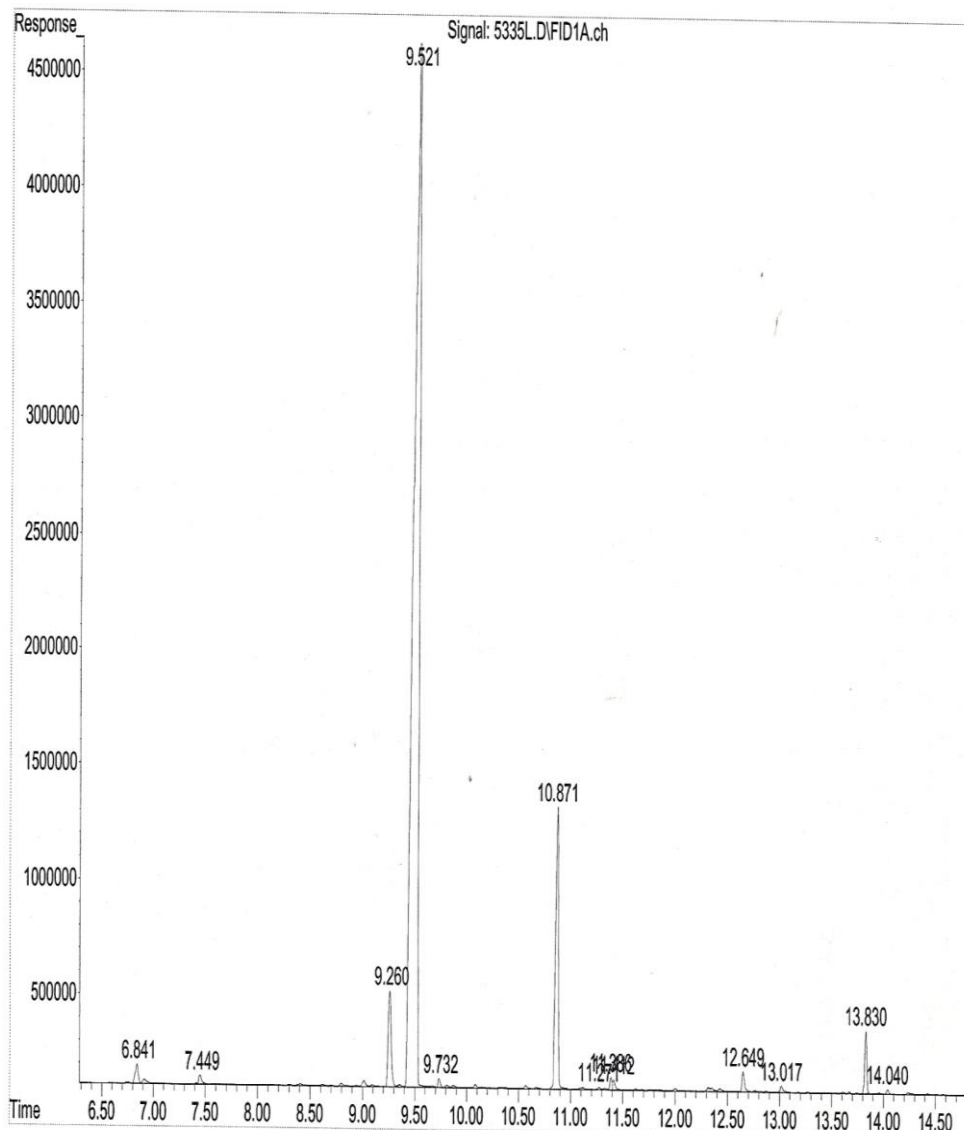


Figure 4 : Chromatogramme (GC-FID) de l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* Hook.

Tableau 6 : Le tableau montre la composition chimique de l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* Hook.

N°	Composés	IK	%
1	β-Pinène	977	0.76
2	1,8 Cinéole	1033	-
3	Melonal	1052	-
4	Linalol	1100	-
5	2,4 Dimethylhept-5-èn-1-al	1150	0.37
6	Isopulégol	1152	3.91
7	Citronellal	1154	80.72
8	(iso)isopulégol	1161	0.24
9	Citronellol	1230	10.48
10	Formate de citronellyle	1276	-
11	Thymol	1296	-
12	Acétate de thymyle	1355	-
13	Eugénol	1362	-
14	Méthyl eugénol	1404	1.85
15	E-Caryophyllène	1426	0.13
16	α-Gurjunène	1430	-
Total des composés identifiés			98.46
Monoterpènes oxygénés			97.20
Monoterpènes hydrocarbonés			0.76
Sesquiterpènes hydrocarbonés			0.13
Composés aliphatiques			0.37



Figure 5 : la figure montre la structure chimique des constituants principaux de l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* Hook.

3.3.2. *Cymbopogon nardus* : Le tableau (7) porte les résultats d'analyse chimique de l'huile essentielle extraite des feuilles de *Cymbopogon nardus*. L'analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse a permis l'identification de 27 constituants représentant (93,70%) de la composition chimique de l'huile essentielle totale. Le chromatogramme (GC-FID) est présenté sur la figure (7). L'huile essentielle est constituée principalement d'une large quantité de monoterpènes (77,85%) avec une prédominance des monoterpènes oxygénés (75,89%) marqués par le citronellal (32,53%), le géraniol (26,84%), le citronellol (10,98%), l'élémol (9,51%).

Les monoterpènes hydrocarbonés représentent un taux faible (1,96%) et sont marqués par le limonène (1,92%) et le gamma-terpinène (0,04%).

Concernant les sesquiterpènes, ils représentent (15,85%). Les composés hydrocarbonés occupent un taux faible de (3,46%) et sont constitués du beta élément (1,32%) et du delta cadinène alors que les composés oxygénés constituent un taux de (12,39%) marqués par l'élémol (9,51%) et l'alcool Dervie du Dauca 5,8 diène (2,88%), un alcool sesquiterpénique caractéristique de l'huile essentielle de *Daucus carota* L. [46] qui est signalé rarement dans l'huile essentielle de citronella grass.

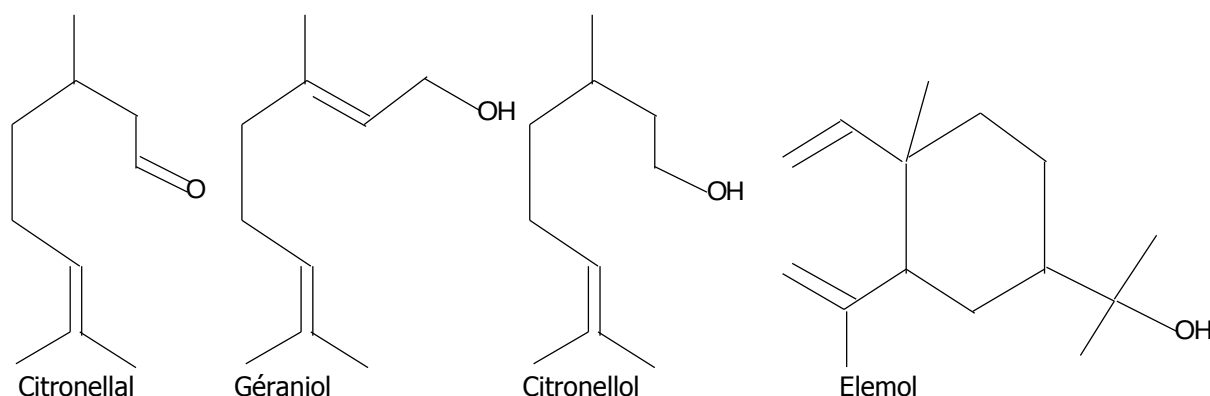


Figure 6 : Structures chimiques des constituants principaux de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* L. Rendle

Tableau 7 : Le tableau montre la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Cymbopogon nardus* L. Rendle.

N°	Composés	Tr	%
1	Limonène	6.88	1.92
2	σ-Terpinène	7.36	0.04
3	Linalol	8.17	0.37
4	Isopulégol	8.96	0.85
5	Citronellal	9.05	32.53
6	Isopulégol-Iso	9.11	0.38
7	Isopulégol-Néo-Iso	9.29	0.08
8	Terpinène-4-ol	9.47	0.04
9	α-Terpinéol	9.70	0.03
10	Citronellol	10.18	10.98
11	Néral	10.33	0.21
12	Géraniol	10.54	26.84
13	Géranial	10.76	0.30
14	8-Hydroxy-Néo-Menthol	10.77	0.10
15	Acétate de citronellyle	11.86	1.08

16	Eugenol	11.91	0.56
17	Acétate de géranyle	12.24	1.54
18	β -Elémène	12.39	1.32
19	β -Caryophyllène	12.78	0.04
20	α -Humulène	13.24	0.06
21	Allo-Aromandendrène	13.31	0.02
22	Germacrène D	13.55	0.63
23	Bicyclogermacrène	13.76	0.19
24	σ -Cadinène	13.94	0.16
25	δ -Cadinène	14.00	1.04
26	Elémol	14.38	9.51
27	Alcool Dervie du Dauca 5,8 diène	14.71	2.88
Total des composés identifiés			93.70
Monoterpènes oxygénés			75.89
Monoterpènes hydrocarbonés			1.96
Sesquiterpènes oxygénés			12.39
Sesquiterpènes hydrocarbonés			3.46

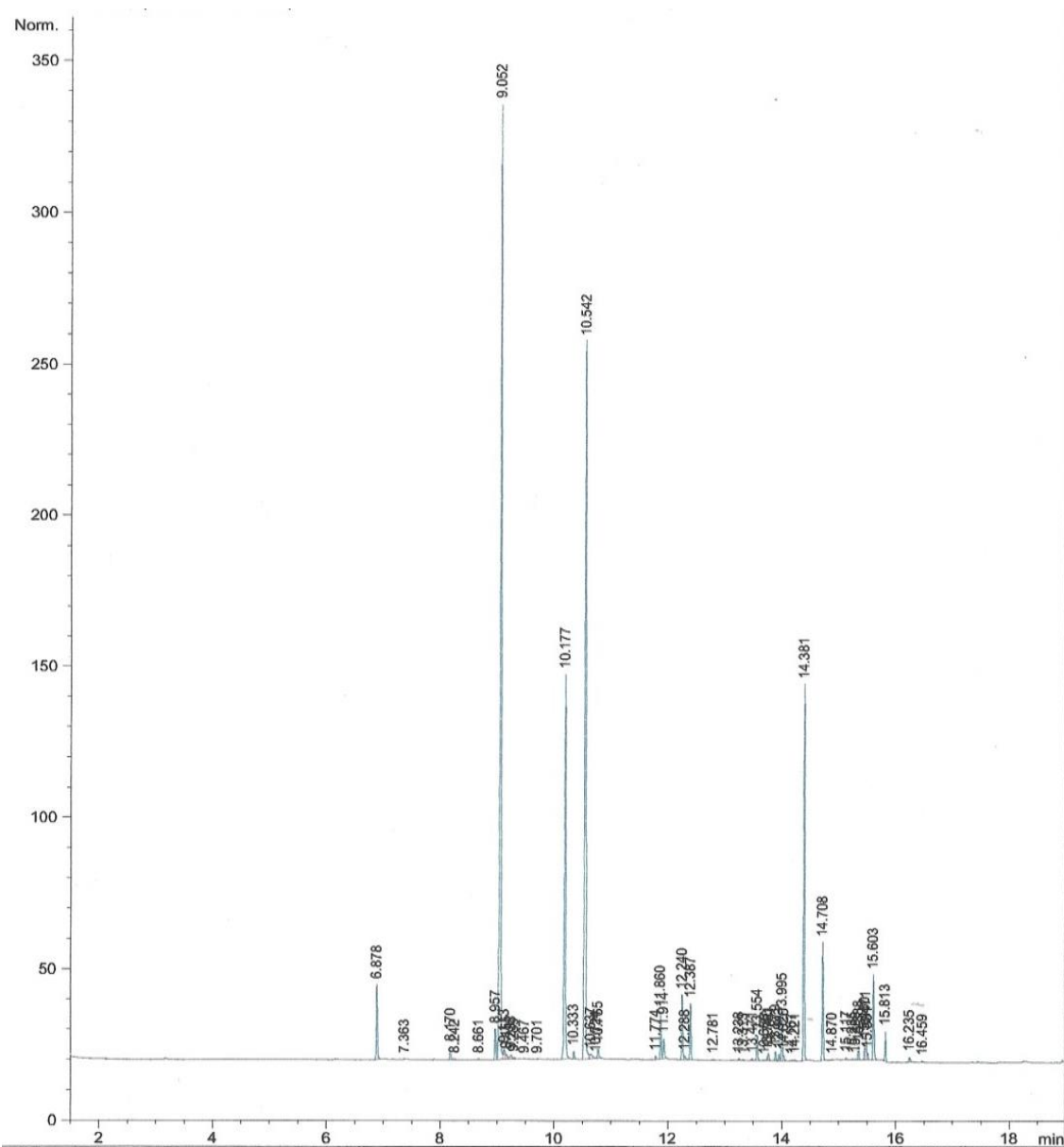


Figure 7 : La figure montre le chromatogramme (GC-FID) de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* L. Rendle.

4. DISCUSSION

4.1. Extraction et rendements des huiles essentielles

Le rendement de l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* (3,59%) est plus élevé que celui de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* (2,34%). L'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* peut être produite avec des rendements élevés atteignant 4 à 6% [39]. Le résultat du rendement d'extraction de l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* concorde avec celui décrit au Congo par [40] indiquant un rendement de 3,57% alors que celui de l'huile de *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle est élevé par rapport à l'échantillon d'origine togolaise dont le rendement est de 1,30% [31].

4.2. Paramètres physico-chimiques

4.2.1. Indice de réfraction : L'analyse du tableau (5) montre que les indices de réfractions sont élevés. En effet, les valeurs des indices de réfraction des huiles essentielles sont généralement élevées, supérieures à celles de l'eau à 20°C (1,333) et de l'huile d'olive à 20°C (1,4684).

Les valeurs des indices de réfraction à 20°C de ces huiles essentielles sont conformes aux normes AFNOR [34], ceci prouve la bonne qualité de celles-ci. En effet, les normes AFNOR fixent l'indice de réfraction d'*Eucalyptus citriodora* compris entre 1,4410-1,4640 (Tableau 5) ; de *Cymbopogon nardus* à 1,4743. Aussi, en comparant ces indices à ceux de la littérature, on constate que ces valeurs sont proches de nos valeurs. C'est le cas de l'indice de réfraction de l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* $IR_{20^{\circ}C}=1,4511$ déterminé en Inde [41]; de l'indice de réfraction de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* de la Malaisie $IR_{20^{\circ}C}=1,4671$ [42]; du Benin $IR_{20^{\circ}C}=1,4759$ [32].

4.2.2. Indice d'acide

Les valeurs des indices d'acide sont faibles, inférieures à l'unité (tableau 5). Une faible valeur de l'indice d'acide inférieure à 2 est une preuve de bonne conservation de l'huile essentielle [43] et de la non détérioration ou dégradation de celle-ci. C'est à dire, l'huile est stable et n'est pas oxydée. L'huile essentielle conservée dans des flacons teintés anti-actinique à l'abri de la lumière est protégées de toutes attaques et réactions éventuelles. La lumière en effet, favorise l'altération de la structure des huiles essentielles et le développement des acides. L'huile essentielle fraîche contient peu d'acides libres [14]. Les valeurs de ces indices comparés à celles des études antérieures montrent peu de différence pour l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus*. En effet, l'indice d'acide de *Cymbopogon nardus* du Benin $I_a=0,805$ [32]. Alors que celui de l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* d'Indonésie est élevé et va de 2,25 à 2,93 [44].

4.3. Composition chimique

4.3.1. *Eucalyptus citriodora* : La comparaison des résultats de l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* à ceux des études antérieures, atteste que notre composition chimique est similaire du point de vue qualitatif à la composition chimique rapportée au Congo, avec le citronellal (53,40%), l'isopulegol (23,50%), le citronellol (13,10%) comme constituants majeurs [11]. Aussi, cette composition chimique est semblable toujours qualitativement à celle de l'extrait de Madagascar [45] dont les principaux composants majeurs sont le citronellal (46,90%), le citronellol (6,7%), l'isopulegol (16,90%). Aussi, du point de vue quantitatif, notre huile essentielle a une proportion élevée en citronellal (80,72%), ce résultat est en accord avec celui décrit au Congo [12] pour lequel le citronellal occupe un taux de 80%. Il faut souligner que le citronellal est le constituant majeur caractéristique de la majorité des huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* des étendues géographiques du monde. Aussi, l'huile essentielle d'origine congolaise est parmi les huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* du monde dont la teneur en citronellal atteint 80%.

Cependant, la présence d'autres constituants majeurs autres que citronellal a été révélée dans les huiles essentielles des certaines zones géographiques du monde :

- En Inde avec une huile essentielle dominée par le 1,8 cinéole (44,10%), camphène (29,70%), α -pinène [17],
 - En Centrafrique avec l'eucalyptol (65,10%), le P-cymène (19,19%) comme composants majeurs [18].
- Ceci montre une huile essentielle différente qualitativement de notre extrait.

4.3.2. *Cymbopogon nardus*

L'examen de ces résultats montre que ceux-ci sont semblables qualitativement et quantitativement à ceux obtenus au Congo [21] qui décrit un échantillon marqué par le citronellal (37,50%), le géraniol (29,40%) comme constituants principaux. Ils concordent également à ceux du Togo [31] qui montrent une huile essentielle riche en citronellal (35,50%), en géraniol (27,90%) et citronellol (10,70%). Aussi, ces résultats sont proches de ceux du Benin [32] qui révèlent une huile essentielle dominée par le citronellal (27,9%), le géraniol (33,40%), le citronellol (11,70%) et l'élémol (7,00%) et du Congo avec le citronellal (47,19%), le géraniol (22,32%), le citronellol (11,98%) comme principaux constituants [29]. Cependant, l'étude réalisée au Japon, montre une huile essentielle différente qualitative et quantitative de notre extrait, en effet l'huile essentielle d'origine Japonaise est riche en géraniol (35,70%), en trans citral (22,70%), en cis citral (14,20%) et en acétate de géranyle (9,70%) [47].

En outre, le citronellal, le géraniol et le citronellol sont des constituants caractéristiques de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* de la plupart des huiles essentielles des étendues géographiques du monde.

Par ailleurs, l'examen des compositions chimiques des huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* et de *Cymbopogon nardus* permet de relever des similitudes qualitatives et quantitatives. En effet, les deux échantillons sont dominés par deux composés communs qui sont le citronellal avec plus de 80% dans l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* et plus de 32% dans l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* et le citronellol avec des pourcentages semblables (10,48% ; 10,98%) respectivement dans l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* et dans l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus*. Aussi, une différence qualitative est notée entre les deux huiles essentielles qui s'établissent par la présence du géraniol (26,84%) dans l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus*.

5. CONCLUSION

Les huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* et de *Cymbopogon nardus* renferment une large quantité des monoterpènes oxygénés prédominés par le citronellal, le géraniol et le citronellol. Ces huiles essentielles possèdent les profils chimiques similaires caractérisés par les principaux constituants communs respectifs suivants : le citronellal (80,72% et 32,53%) et le citronellol (10,48% et 10,98%). Compte tenu de leurs faibles indices de réfraction, des présences et des proportions élevées en citronellal (80,72% et 32,53%) et en citronellol (10,48% et 10,98%) respectivement dans les huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* et de *Cymbopogon nardus*, ces huiles essentielles se révèlent utiles pour le développement des industries cosmétiques, pharmaceutiques, agroalimentaires, chimiques et de parfumerie. En effet citronellal est l'un des constituants chimiques des huiles essentielles de grande valeur commerciale liée à ses arômes citronnés qu'il contient.

RECONNAISSANCE : Toute notre reconnaissance et nos remerciements aux botanistes de l'Herbier National du Congo pour leurs informations et orientations lors de la recherche des plantes.

6. REFERENCES

1. Cabinus Y. ; Chabous L. (1969-1970). Végétaux et groupements végétaux de Madagascar et des Mascareignes. Tome I-IV. BDPA. Tananarive. Available on : https://www.books.google.cg/books/about/végétaux_et_groupements_végétaux_de.html?id=4wYvQEACAAJ&redir_esc=y
2. Mabberley D. J. (1993). The plant-Book. A portable dictionary of the higher plant, Cambridge University. Press, Cambridge, New York, Port Chester, Melbourne, Sydney. Available on : <https://www.portals.iucn.org/library/node/18798>
3. Hill K.D.; Johnson L. (1995). Systematic studies in Eucalyptus, A revision of the bloodwoods genus Corymbia, *Telopea*, 6: 185-504. Available on : <https://www.portals.iucn.org/library/node/18798>
4. Chennoufi R., Monzur J.P., Richard H. & Sandret F. (1980). Etude des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* du Maroc. (Feuilles de jeunesse et feuilles adultes). *Riv. Ital. E.P.P.O.S.*, 62(7) : 353-357. <http://books.google.cg/books?id>
5. Sinclair A. (1996). Remedies for common family ailments: 10 nasal decongestants. *Prof. Care Mother Child*: 6 (1): 9-11. Available on : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
6. Kaloma A., Kitambala K., Ndjango N. L., Sinzahera U. & Paluku P. (2008). Effet des poudres d'*Eucalyptus citriodora*, de *Cupressus lucitanica* et de *Tageta minitiflora* dans la conservation du maïs (*Zea mays*) et du haricot (*Phaseolus vulgaris*) dans les conditions de Rethy (République Démocratique du Congo). *Tropicultura*, 26 (1): 24-26. Available on : <http://www.tropiculture.org/content>
7. Low D., Lawal B.D. (1974). Antibacterial action of the essential oils of some Australian Myrtaceae with special references to the activity of chromatography fractions oils of *Eucalyptus citriodora*. *Planta Medica*, 2(26): 184-189. Available on : <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0028-1097987>
8. Barbosa J N; Rossini Olivera T.; Daniele de Godoy P. B. P.; Teixeira A. L. et al. (2018). Anti-candida activity of essential oils from *Eucalyptus* species. A preliminary study. *Advances in Dentistry & Oral Health*, 8(3) :001-005. Available on : <https://juniperpublishers.com/adoh/pdf/ADOH.MS.ID.555740.pdf>
9. Fanny B. (2008). Effet larvicide des huiles essentielles sur *stomoxys calcitrans* à la Réunion. Thèse de doctorat. Ecole Doctorale de la Réunion, France. 78p. Available on : http://oatao.univ-toulouse.fr/2165/1/celdran_2165.pdf
10. Silva J. ; Abebe W. ; Sousa S. M. ; Duarte V. G. ; Machado M. I. ; Matos F. J. (2003). Analgesic and anti-inflammatory effects of essential oils of *Eucalyptus*. *J. Ethnopharmacol.* 89: 277-283. Available on : <https://ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14611892>
11. Itoua-Apollyo C. M., Abderamane M. ; Ouamba J. M. ; Matoko L. ; Mvila C. A. (2003). Caractérisation chimique des huiles essentielles extraites de *Chenopodium ambrosioides* L. ; *Eucalyptus citriodora* Hook. et effets biologiques sur *Caryedon serratus* OL (Coleoptera-Bruchidea). *Ann. Univ. M. Ngouabi*, 4(1) : 109-120. Available on : <http://www.annalesunmng.org>
12. Loufouandi P.A. (2004). Caractérisation et valorisation des huiles essentielles des rejets issus de la première coupe chez *Eucalyptus citriodora*. Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies. Université Marien Ngouabi, Brazzaville, 40p. Available on : <http://www.annalesunmng.org>
13. Mondello L., Vergera A., Bonaccorsi I., Chlowdhury J. U., Vusef M., Begum G. (1998). Studies in the essential oil bearing plants of Bangladesh V. composition of leaf oils of *Eucalyptus citriodora* Hook. et *Eucalyptus alba* Reinw ex Blume. *Journal of essential Oil Research*, 10(2):185. Available on : <https://www.tomsic.co.jp/wpcontent/themes/tomsic/images/product/mega/34.pdf>
14. Rajeswara Rao B.R.; Kaul P. N.; Ramesh S. (2003). Comparative composition of decanted and recovered essential oil of *Eucalyptus citriodora* Hook. *Flavour and Fragrance Journal*, 18(2):133-135. Available on : <https://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ffj.1157>
15. Tomaz MA. A., Costa A.V., Rodriguez W. N., Pinheiro P.F., Parreira L. A., Rinaldo D., Queiroz V. T. (2014). Chemical composition and allelopathic activity of *Eucalyptus* essential oil. *Biosci. J. Uberlandia*. 30(2): 475-483. Available on : https://www.researchgate.net/publication/279323059_chemical_composition_and_allelopathic_activity_of_the_Eucalyptus_essential_oil
16. Silou T., Taty L. F., Chalchat J.C (2002). Etude de l'effet de séchage sur le rendement et la composition chimique des huiles essentielles extraites des feuilles d'*Eucalyptus citriodora*. *Annales des Falsifications, de l'Expertise Chimique et Toxicologique*, 95 (960) :287-301. Available on : <https://www.semanticscholar.org/paper/etude-de-l-effet-du-sechage-sur-le-et-la-Silou-Taty-Loumbou/fe95b872f58f209fdoa71615d937a169a4354a3d>
17. Shahnaz S. H. and Mohammed A. (2013). Volatile oil constituents of leaves of *Eucalyptus citriodora* and influence on clinically isolated pathogenic microorganisms. *Journal of Scientific & Innovative Research*, 2(5): 852-858. Available on : <http://www.jsirjournal.com/Vol2Issue503.pdf>
18. Aboubakhar F. (2008). Plantes Aromatiques et Médicinales cardio et/ ou Vasco-actives d'Afrique Centrale : inventaire ethnobotanique, études chimiques et pharmacologiques, Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies. Université Marien Ngouabi, Brazzaville, 34p. Available on : <http://www.annalesunmng.org>
19. Brugnera D.F.; Olivera M. M. M.; Picoli R. H. (2011). Essential oils of *Cymbopogon* sp. In The control of foodborne pathogenic bacteria. *Alim. Nutr. Araraquara*, 22(3): 339-343.
20. Olayemi R. F., Jawonisi I.O., Samuel J.A. (2018). Characterization and physico-chemical of essential oil of *Cymbopogon citratus* leaves. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*. 1(11):74-81. Available on : <https://www.ajol.info/index.pdf/bajopas/article/view/178436>

21. Abena A. A., Gbenou J. D., Yayi E., Moudachirou M., Ongaka R. P., Ouamba J. M., and Silou T. (2007). Comparative chemical and analgesic properties of essential oils of *Cymbopogon nardus* of Benin and Congo. *Afr. J. Trad. Complement. Altern. Med.*, 4(8): 267-272. Available on: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20161888>
22. Kokate C. K.; Rao R. E.; and Varma K.C. (1971). Pharmacological investigation of essential oil of *Cymbopogon nardus*: studies on central nervous system. *Indian J. Expt. Biol.*, 9: 515- 516. Available on: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20161888>
23. Mägi E., Jarvis T., Miller I. (2006). Effect of different products against Pig Mange Mites. *Acta. Vet. Brno.*, 75: 283-287. Available on: <http://www.actavet.vfu.cz/75/2/0283>
24. Abeywickrama K., Anthony S., Watawala R. (2003). Fumigant action of selected essential oils against banana fruit pathogens. *J. Natn Sci. Foundation Sri Lanka*, 31(3&4): 427-429. Available on: <https://jnsfel.sjoi.info/articles/abstract/10.4038/jnsfsr.v31i3-4.2469/>
25. Phasomkusolsil S. and Soonwera M. (2010). Potential larvicidal and pupicidal activities of herbal essential oils against *Culex quinquefasciatus* say and *Anopheles minimus* (Theobald). *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 41(6): 1342-1351. Available on: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21329309>
26. Koba K., Sanda K., Raynaud C., Nenonene Y. A., Millet J., Chaumant J.P. (2004). Activités antimicrobiennes d'huiles essentielles de trois cymbopogon sp africains vis à vis des germes pathogènes d'animaux de compagnie. *Ann. Méd. Vét.*, 148, 202-206. Available on : <https://www.citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.453.1428&rep=rep1&type=pdf>
27. Ameliana L. and Waulandari L. (2019). The effect of citronella oil concentration *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle on the quality of shampoo and antifungal activity of *Candida albicans*. *Indonesia Journal of Pharmaceutics*, 1(2): 13-17. Available on : <https://jurnal.unpad.ac.id/idp/article/view/21551/html>
28. Glioth A. I. (2002). Post- récolte et biopesticides en Afrique. Annexe. In : Biopesticides d'origine végétale. Regnault Roger C., Philogène B. J. R & Vincent C. Eds. Paris. 313-321.
29. Silou T., Bikanga R., Nsikabaka S., Nombault J., Mavoungou C., Figueredo G., Chalchat J.C. (2017). Plantes aromatiques du Plateau des cataractes (Bassin du Congo). Caractérisation du chémotype de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle acclimaté au Congo-Brazzaville. *Biotechnologie, Agronomie, société, Environnement*, 21(2) : 105-116. Available on : <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=13727>
30. Mhalwal Vijender S. ; Mohd A. (2003). Volatile constituents of *Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle. *Flavour and Fragrance Journal*, 18(1): 73-76. Available on: <http://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ffj.1144>
31. Koba K., Sanda K., Guyon C., Raynaud C., Chaumant J.P. and Nicod L. (2009). In vitro cytotoxic of *cymbopogon citratus* and *cymbopogon nardus* L. essential oil from Togo. *Bangladesh J. pharmacol.*, 4:29(34). Available on : <https://www.citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.430.7609&rep=rep1&type=pdf>
32. Noudogbessi J.P., Agbangnan P., Yehouenou B., Adjalian E., Nonvilo P., Akibou O. M., Wotto V., Figueredo G., Chalchat J.-C., Sohounhoulou D. (2013). Physico-chemical properties of *Hyptis suaveolens* essential oil. *Int. J. Med. Arom. Plants*; 2/ 191-199. Available on: <https://pdfs.semanticscholar.org/5f03/6f36dc29561d3ff7419cf2843cfadc2dcf28.pdf>
33. Clevenger J. F. (1928). Apparatus for the determination of volatile oil. *Journal of the American Pharmaceutical Association*, 17(4): 45-349. Available on: <http://www.science-direct.com/science/article/abs/pii/S0898140X15365782>
34. AFNOR (2000). « Recueil des normes : les huiles essentielles. Tomes 2. Monographies relatives aux huiles essentielles» AFNOR, Paris, 661-663. Available on : <https://worldcat.org/title/huiles-essentielles-tome-2-monographies-relatives-aux-huiles-essentielles/oclc/46336927>
35. AOAC (1990). Official methods of analysis (15th ed) Washington, VA: Association of Official Analytical Chemists. Available on. <https://worldcad.org/title/official-methodes-of-analysis-of-the-association-of-official-analytical-chemist/oclc/20709424>
36. Adams R.P. (2001). Identification of essential oils by gas chromatography quadrupole mass spectroscopy. Carol Stream. IL, USA : Allured Publishing Corporation. 101p. available on : <https://www.trove.nla.gov.au/work/17683352?q&versionId=20142546>
37. Joulain D. & Köning W. A., (1998). The atlas of spectral data of sesquiterpene hydrocarbons. Hamburg Germany: EB-Verlag. Available on: <https://www.amazon.com/atlas-spectral-data-sesquiterpene-hydrocarbons/dp/3930826498>
38. Davies NW. (1990). Gas Chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicon and carbo wax 20M phases. *J. Chromatogr.*, 503 : 1. Available on : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967301814874>
39. Mapola G. (2004). Variation saisonnière de la teneur et de la composition des huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* acclimatée à Pointe Noire (Congo-Brazzaville). Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, 36p. <https://www.annalesumng.org>
40. Silou T., Loufouandi A.P., Kama Niamayoua R., Mapola G., Matondo R., Figueredo G., Chalard P. (2013). Adaptation in Congo Brazzaville of *Eucalyptus citriodora* from Australia. Tree-to-tree yield and composition variability. *African Journal of Agriculture Research*, 8(2): 3259-3267. Available on: <https://www.pdfs.semanticscholar.org/8445/527cbe04a7c49c5e5c26e7657fa3a6820dcb.pdf>
41. Shahi S.K. and Shahi M. P. (2011). Assessment of broad spectrum control potential of *Eucalyptus citriodora* Hook oil against post-harvest spoilage of *Malus pumila* L. *Journal of stored products and Postharvest Research*. 2(8):170-175. Available on: https://academicjournals.org/app/webroot/article/article1379946267_shahi%20andshahi.pdf
42. Muhammad H. H., Hasfalma C. M., Zurina Z. Z. A. and Hishamuddin J. (2014). Comparison of citronella oil extraction methods from *Cymbopogon nardus* grass by ohmic-heated hydrodistillation and steam distillation. *Bioresources*, 9(1): 256-272. Available on: https://www.ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/biores/article/view/biores_09_1_256_Hamzad_Citronella_Oil_Extraction_Methods
43. Fauconnier M. L. (2006). HE d'Ylang Ylang: sa fiche qualitative et son suivi-exposé pour les GIE maison des Epices des Comores. Available on : https://www.doc-developpement-durable.org/file/Plantes-Medicinales-Aromatiques/Fiches.Plantes/ylang-Ylang/qualité-huile_ylang-ylang.PDF
44. Zulnely Z., Gusmailina G., Kusmiati E (2015). Prospects of *Eucalyptus citriodora* as essential oils potentially. *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.* 1(1): 120-126. Available on : <https://www.smujo.ido/psnmbi/article/view/1049>
45. Cavelli J. F. (2002). Caractérisation par CPG/IK, CPG/SM et RMN du carbone 13 d'huiles essentielles de Madagascar. Thèse de Doctorat. Université de Corse, Corse. 261p. Available on : <https://www.telarchives-ouvertes.fr/tel-00007939/document>
46. Śmigielski K.B., Majewska M., Kunicka-Styczyńska A., Szczesna-antactza K.M., Gruska R., Stariczek L. (2014). The effect of enzyme-assisted maceration on bioactivity, quality and yield of essential oil from waste carrot (*Daucus carota*) seeds. *Journal of Food Quality*, 37(4): 219-228. Available on: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfq.12092>
47. Nakahara K., Alzoreky N. S., Yashihashi T.; Nguyen H.T. T.; Trakoontivakorn G. (2013). Chemical and antifungal activity of essential oil from *Cymbopogon nardus* (Citronella grass). *Food Technology*, 37(4):249-252. Available on: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jarq/37/4/37_249/article



Citer cet article : Belline Ndzeli Likibi, Gouollaly Tsiba, Aimé Bertrand Madiélé, Arnaud Wilfrid Etou Ossibi, Nsikabaka Samuel, Jean-Maurille Ouamba. PROFILS CHIMIQUES COMMUNS DES HUILES ESSENTIELLES D'EUCALYPTUS CITRIODORA HOOK. (MYRTACEAE) ET CYMBOPOGON NARDUS (L.) RENDLE (POACEAE) DU CONGO-BRAZZAVILLE. Am. J. Innov. Res. Appl. Sci. 2019; 9(5): 363-373.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>