

Composés carbonylés majeurs et indices physico-chimiques des huiles essentielles de deux espèces du genre *Cymbopogon* (Poaceae) du Congo-Brazzaville

Belline Ndzeli Likibi, Gouollaly Tsiba, Aimé Bertrand Madiélé Mabika, Arnaud Wilfrid Etou Ossibi, Samuel Nsikabaka, Jean-Maurille Ouamba

Abstract— The hydrodistillation of the dry leaves of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf and *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle harvested in the southern part of Brazzaville (Makélékelé) yields yellow essential oils with respective yields of 1,54% and 2,34%. These were subjected to physico-chemical analyzes and then characterized by gas chromatography (GC) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The physical and chemical properties evaluated were the refractive index and the acid number, the respective values of which are (1,4887 and 0,224) for the essential oil of *Cymbopogon citratus* and (1,4742 and 0,280) for the essential oil of *Cymbopogon nardus* chromatographic and spectrometric analyzes revealed that the essential oil of *Cymbopogon citratus* is predominantly monoterpene (95,87%) with a preponderance of oxygenated monoterpenes occupying a high level of (90,24%). The hydrocarbon monoterpenes represent (5,63%), the hydrocarbon sesquiterpenes occupy a very small proportion of (0,07%). The essential oil of *Cymbopogon nardus* is rich in monoterpenes (77,85%) with a predominance of oxygenated monoterpenes (75,89%). The hydrocarbon monoterpenes are very low (1,96%). Oxygenated sesquiterpenes constitute (12,39%), while hydrocarbon sesquiterpenes are poorly represented (3,46%). Geranial (51,99%) and nereral (32,94%) two geometric isomers, carbonyl compounds forming citral are the major components of the essential oil of *Cymbopogon citratus* while citronellal (32,53 %) is the major carbonyl compound of the essential oil of *Cymbopogon nardus*, followed by geraniol (26,84%) and citronellol (10,98%). Thanks to the low refractive index, presence and important proportions of geranial (51,99%), neral (32,94%) and citronellal (32,53%), these essential oils could constitute a reservoir of exploitation carbonyl compounds required for the agri-food, cosmetic, pharmaceutical, and chemical and perfume industries.

Index Terms— Carbonyl compounds, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, essential oil, chemical composition, chromatography.

Résumé : L'hydrodistillation des feuilles sèches de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf et *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle récoltées dans la partie sud de Brazzaville (Makélékelé) fournit des huiles essentielles de couleur jaune avec des rendements respectifs s'élevant à 1,54% et 2,34%. Celles-ci ont été soumises aux analyses physico-chimiques puis caractérisées

Belline Ndzeli Likibi, Gouollaly Tsiba, Aimé Bertrand Madiélé, Samuel Nsikabaka, Jean-Maurille Ouamba, Unité de Chimie du Végétal et de la Vie (UC2V), Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi, BP 69, Brazzaville Congo.

Arnaud Wilfrid Etou Ossibi, Laboratoire de Biochimie et de Pharmacologie, Faculté des Sciences de la Santé, Université Marien Ngouabi, BP 69, Brazzaville Congo.

par chromatographie en phase gazeuse (CPG) et par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-SM). Les propriétés physique et chimique évaluées ont été l'indice de réfraction et l'indice d'acide dont les valeurs respectives sont (1,4887 et 0,224) pour l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* et (1,4742 et 0,280) pour l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus*. Les examens chromatographiques et spectrométriques ont révélé que l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* est à majorité monoterpénique (95,87%) avec une prépondérance des monoterpenes oxygénés occupant un taux élevé de (90,24%). Les monoterpenes hydrocarbonés représentent (5,63%), les sesquiterpenes hydrocarbonés occupent une proportion très faible de (0,07%). L'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* est riche en monoterpenes (77,85%) avec une prédominance de monoterpenes oxygénés (75,89%). Les monoterpenes hydrocarbonés sont très faibles (1,96%). Les sesquiterpenes oxygénés constituent (12,39%), les sesquiterpenes hydrocarbonés quant à eux sont faiblement représentés (3,46%). Le géranial (51,99%) et le néral (32,94%) deux isomères géométriques, composés carbonylés formant le citral constituent les composés majeurs de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* alors que le citronellal (32,53%) est le composé carbonylé majeur de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus*, suivi du géranol (26,84%) et du citronellol (10,98%). Grâce aux faibles indices de réfraction, aux présences et aux proportions importantes du géranial (51,99%), du néral (32,94%) et du citronellal (32,53%), ces huiles essentielles pourraient constituer un réservoir d'exploitation des composés carbonylés nécessaires aux industries agroalimentaire, cosmétique, pharmaceutique, chimique et de parfumerie.

Mots-clés : Composés carbonylés, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, huile essentielle, composition chimique, chromatographie.

I. INTRODUCTION

Les plantes sont une source de molécules chimiques inépuisables et importantes d'intérêts thérapeutique, alimentaire, cosmétique, chimique et de parfumerie. Parmi ces molécules figurent les composés carbonylés, métabolites secondaires de la série des terpènes, hydrocarbures possédant le groupement carbonyle (C=O), englobant les aldéhydes et les cétones. Ces composés trouvent leur utilité dans un large champ d'application : en industries pharmaceutique, agroalimentaire, chimique, cosmétique et en parfumerie (Faye et Champey, 2008 ; Marica et Bosset, 1997 ; Théagarajan and Kumar, 1995 ; Lahmar, 2009 ; Passy, 1995) et sont présents en quantité remarquable dans les huiles essentielles de certaines espèces végétales du genre *Cymbopogon*.

Composés carbonylés majeurs et indices physico-chimiques des huiles essentielles de deux espèces du genre *Cymbopogon* (Poaceae) du Congo-Brazzaville

Le genre *Cymbopogon* appartient à la famille des Poaceae et possède plus de 100 espèces dans les pays tropicaux (Brugnera et al., 2011) dont 55 sont aromatiques, parmi lesquelles *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (Larousse, 1986) et *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle. Les deux espèces sont respectivement originaires de l'Inde et de Manna Grass (SriLanka) en Asie et sont introduites dans plusieurs autres pays du monde.

Cymbopogon citratus et *Cymbopogon nardus* sont des touffes d'herbes vivaces dont les feuilles de couleur verte sont linéaires, dressées atteignant un mètre et deux mètres respectivement (Figures 1 et 2), exhalant un parfum citronné. Leurs huiles essentielles sont largement utilisées en agroalimentaire, en parfumerie, en cosmétique grâce à leurs principes odoriférants qu'elles contiennent (Olayemi et al., 2018).

Traditionnellement, les feuilles de *Cymbopogon citratus* sont utilisées en cuisine pour mariner les poissons et les viandes et entrent dans des nombreuses recettes et boissons exotiques. Au Brésil, ces feuilles permettent de lutter contre l'asthme (Mega et al., 2011). Au Nigeria, elles sont utilisées comme antimalarial (Idu et al., 2010). Au Gabon, elles interviennent pour le traitement de l'hypotension (Bourobou Bourobou et al., 2008). Au Congo, les feuilles de *Cymbopogon citratus* sont utilisées pour traiter la toux (Bouquet, 1969), elles sont aussi reconnues pour leurs vertus hypertensives (Diafouka et Lejoli, 1993).

Par contre, les racines de *Cymbopogon nardus* sont traditionnellement reconnues comme diurétiques, sudorifiques, antipériodiques.

Les études pharmacologiques antérieures effectuées sur l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* ont rapporté diverses activités biologiques telles que : antibacérienne, antifongique, anti-inflammatoire, anti filaire, anti-oxydante, hypoglycémique (Gagan et al., 2009), antiprotozoaire (Marta et al., 2009) et antimicrobienne vis-à-vis des germes pathogènes d'animaux de compagnie (Koba et al., 2004). Elle possède également une activité larvicide remarquable (Tchoumbougnand et al., 2009), et a des effets répulsifs contre les moustiques (Pushpanathan et al., 2006). L'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* quant à elle a montré aussi diverses activités entre autres analgésique (Abena et al., 2007), sédatif (Kokate et al., 1971) ; anti-parasitaire (Magi et al., 2006) ; antifongique (Krishanthi, 2003) ; anthelminthique (Phasomkusolsil and Mayura, 2010) ; antimicrobienne (Koba et al., 2004), insecticide (Glitho, 2002).

Concernant les études chimiques, la composition chimique de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* a fait l'objet de nombreux travaux dans diverses origines géographiques. Le citral est le principal constituant avec des teneurs élevées (70-90%) (Robins, 1983), un autre constituant principal a été révélé à côté du citral de cette manière : au Congo : citral (74,80%), myrcène (15,10%) (Ouamba, 1991) ; au Togo : citral (77,60%), myrcène (10,20%) (Koba et al., 2009) ; au Kenya : citral (72,84%), Myrcène (11, 41%) (Josaphat, 2011). En Centrafrique : citral (74,31%), myrcène (8,88%) (Aboubakar, 2008). D'autres huiles essentielles atteignent des teneurs en citral de 100%, c'est le cas du Brésil (Barreira et al., 2004). Le géraniol aussi constitue l'un des principaux constituants de cette huile essentielle. C'est le cas de l'Ethiopie avec une composition chimique riche en géraniol

(40%), citral (13%) et l' α -oxobizabolène (12%) (Abegaz et al., 1983).

S'agissant de *Cymbopogon nardus*, les travaux effectués sur la composition chimique de son huile essentielle à travers le monde montrent que 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%) (Abena et al., 2007) ; citronellal (47,19%), géraniol (22,32%), Citronellol (11,98%) (Silou et al., 2017) ; En Inde : citronellal (29,70%), géraniol (24,20%), α -terpinol (9,20%) (Mhalwal et Mohi, 2003) ; au Togo : citronellal (35,50%), géraniol (27,90%), citronellol (10,70%) (Koba et al., 2009) ; au Bénin : citronellal (27,90%), géraniol (33,40%) citronellol (11,70%) (Noudogbessi et al., 2013). Ce présent travail vise à évaluer les paramètres physiques et chimiques et à déterminer la composition chimique des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* et *Cymbopogon nardus* en vue de valoriser leurs composés carbonylés majeurs.

II. MATERIELS ET METHODES

2.1 Matériel végétal : Les échantillons de *Cymbopogon citratus* et *Cymbopogon nardus* récoltés en Janvier 2019 dans les quartiers sud de Brazzaville (Makelekelé) : au jardin de la Bibliothèque de l'Université Marien NGOUABI, ont été identifiés par les botanistes de l'Herbier National du Congo. Seules les feuilles ont été sélectionnées pour l'étude.



Figure 1 : Espèce *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf



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

2.2. Extraction des huiles essentielles : Après huit (8) jours de séchage à la température ambiante, dans une salle aérée, les échantillons de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf et de

Cymbopogon nardus (L.) Rendle constitués des feuilles sont soumis à une hydrodistillation durant quatre (4) heures à l'aide d'un extracteur type (Clevenger, 1928) 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 éthérée 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 :

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

Tableau I : Conditions opératoires de l'hydrodistillation des feuilles de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf et de *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle

Matière végétale	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf	<i>Cymbopogon nardus</i> (L.) Rendle
Organes	Feuilles	Feuilles
Quantité de matière sèche (g)	183	157
Quantité d'eau en (L)	1	1
Temps d'exécution de l'opération en (h)	4	4

2.3. 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.

2.4. Paramètres physico-chimiques :

2.4.1. 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 (AFNOR, 2000). 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) a été appliquée (AFNOR, 2000). 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 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 :

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

Avec T : température à la lecture est effectuée

2.4.2. 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

(AFNOR, 2000). 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 (AOAC) (1990) a été appliquée pour déterminer l'indice d'acide. Elle consiste à mettre 1 gramme d'huile essentielle dans un erlenmeyer dans lequel 5 millilitres (mL) d'éthanol à 95% et 5 gouttes de phénolphtaléine sont ajoutés. Le mélange est réchauffé 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 : $Ia = 0,56 \times V/m$ dans laquelle :

V : volume de la solution de KOH.

m : masse d'huile essentielle en gramme

Tableau II : 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 phénolphtaléine (gouttes)	5

2.5 Analyse des huiles essentielles

2.5.1. 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.

2.5.2. 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

2.5.3. 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 (Adams, 2001 ; Joulain *et al.*, 1998, Davies, 1990).

Composés carbonylés majeurs et indices physico-chimiques des huiles essentielles de deux espèces du genre *Cymbopogon* (Poaceae) du Congo-Brazzaville

III. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Extraction et rendement des huiles essentielles

L'extraction par hydrodistillation des feuilles sèches de *Cymbopogon citratus* et *Cymbopogon nardus* fournit des huiles essentielles de couleur jaune orangée et jaune claire respectivement (tableau III). Le rendement de l'huile essentielle de *Cymbopogon* est plus élevé (2,34%) que celui de l'huile de *Cymbopogon citratus* (1,54%) (Tableau IV). Ce

qui montre que les feuilles de *Cymbopogon nardus* sont plus riches en huile essentielle que celles de *Cymbopogon citratus*. De plus, le rendement de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* (1,54%) est similaire à celui de l'huile essentielle d'origine togolaise dont la valeur s'élève à 1,60% (Koba et al., 2009), par contre celui de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* (2,34%) est élevé par rapport à l'échantillon d'origine togolaise dont le rendement est de 1,30% (Koba et al., 2009).

Tableau III : Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf et de *Cymbopogon nardus* L. Rendle

Espèces	Normes AFNOR (AFNOR, 2000)			HE étudiées		
	Aspect	Couleur	Odeur	Aspect	Couleur	Odeur
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf	Liquide mobile limpide	Jaune pâle à jaune orangée	Caractéristique avec une note de citral très prononcée	Liquide	Jaune orangée	Citronnée
<i>Cymbopogon nardus</i> L. Rendle	Liquide	Jaune claire	Citronnée légèrement rosée (rappelant celle du citronnel)	Liquide	Jaune claire	Citronnée

Tableau IV : Rendement d'extraction des huiles essentielles des feuilles de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf, *Cymbopogon nardus* (L. Rendle)

Espèces	Rendement%	
	Notre étude	Etudes antérieures/origine
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf	1.54	1.60 (Koba et al., 2009)/ Togo
<i>Cymbopogon nardus</i> L. Rendle	2.34	1.30 (Koba et al., 2009) / Togo

3.2. Paramètres physico-chimiques

3.2.1. Indice de réfraction

Les indices de réfraction obtenus à 20°C des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* et de *Cymbopogon nardus* sont respectivement 1,4887 et 1,4742 (Tableau V). L'analyse de ce tableau montre que ces indices 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 de AFNOR, ceci prouve la bonne qualité de celles-ci. En effet, les normes (AFNOR, 2000) fixent l'indice de réfraction de *Cymbopogon citratus* compris entre 14830-14890 (Tableau V) ; 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 de *Cymbopogon citratus* IR_{20°C}= 1,4820 déterminé au Brésil (Lucena et al., 2013) ; au Mexique IR_{20°C}= 1,4830 (Vazquez-Briones, 2015) ; au Nigeria IR_{20°C}=1,4838 (Olayemi et al.,2018) ; de l'indice de réfraction de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* de la Malaisie IR_{20°C}= 1,4671 (Muhammad et al., 2014) ; du Benin IR_{20°C}=1,4759 (Noudogbessi et al., 2013).

3.2.2. Indice d'acide

Les valeurs des indices d'acide, de *Cymbopogon citratus* et de *Cymbopogon nardus* obtenus sont respectivement 0.224 et 0.280 (tableau V). Ces valeurs sont faibles, inférieures à l'unité. Une faible valeur de l'indice d'acide inférieure à 2 est une preuve de bonne conservation de l'huile essentielle (Fauconnier, 2006), 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 (Fauconnier, 2006). Les valeurs de ces indices comparées à celles des études antérieures montrent peu de différence. En effet, l'indice d'acide de *Cymbopogon nardus* du Benin Ia= 0,805 (Noudogbessi et al., 2013), de *Cymbopogon citratus* du Nigeria Ia = 0.55 (Olayemi et al.2018) pour lesquels les valeurs sont aussi faibles et inférieures à 2

Tableau V : Indices de réfraction à 20°C et d'acide de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf et de *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>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf	1.4887	0.224	1.4830-1.4890	-	1.4820 (Lucena et al., 2013)/Brésil ; 1.4830 (Vazquez-Briones, 2015)/Mexique	0.55 (Olayemi et al., 2018)/Nigeria
<i>Cymbopogon nardus</i> (L.) Rendle	1.4742	0.28	1.4743	-	1.4671 (Muhammad et al., 2014)/Malaisie ; 1.4759 (Noudogbessi et al., 2013)/ Benin	0.850 (Noudogbessi et al.,2013)/ Benin

3.3. Composition chimique des huiles essentielle

3.3.1. *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf

Les résultats de l'analyse chimique de l'huile essentielle extraite des feuilles de *Cymbopogon citratus* sont portés dans

le tableau VI. Le profil chromatographique (GC-FID) est donné dans la figure 3. Au total, quinze (15) constituants ont été identifiés représentant (96,25%) de la composition chimique de l'huile essentielle totale. L'huile essentielle est

riche en monoterpènes (95,87%) avec une dominance des composés oxygénés (90,24%) dont les plus remarquables sont le géraniol (51,99%) et le néral (32,94%), deux isomères géométriques constituant le citral qui occupe un taux de 84,93%. Les monoterpènes hydrocarbonés représentent un taux de 5,63% avec principalement le myrcène (5,52%) et le (Z)-ocimène (0,11%) comme composants.

Dans le groupe des sesquiterpènes, les composés hydrocarbonés sont représentés par un seul constituant, le β caryophyllène qui occupe un taux très faible de (0,07%). On note l'absence des composés oxygénés.

Aussi, on note la présence d'une cétone aliphatique minoritaire le 6-methyl-5-heptèn-one avec un taux de (0,31%).

Ces résultats sont similaires du point de vue qualitatif à ceux obtenus :

- Au Congo par (Ouamba, 1991) avec le citral (74,80%), le myrcène (15,1%);
- Au Brésil (Barreira et al., 2004) avec un taux de citral de (100%) ;
- Au Togo avec un taux de citral (77.60) et de myrcène (10.65%) (Koba et al., 2004) ;
- Au Kenya avec une huile essentielle dominée par le citral (72.84%), le myrcène (11,41%) (Josaphat, 2011) ;
- En Centrafrique avec une huile essentielle riche en citral (74,31%), suivi du myrcène (8,88%) (Aboubakar, 2008).

Cependant, notre huile essentielle diffère qualitativement et quantitativement de l'huile essentielle d'origine éthiopienne marquée par la présence du géraniol (40%), suivi du citral qui occupe un taux faible (13%) et de l' α -oxobizabolène (12%) (Abegaz et al., 1983); de l'huile essentielle d'origine camerounaise dont les composés majoritaires sont le citral (61,20%), le géraniol (15,60%) (Tchoumboungang et al., 2009).

Par ailleurs, il est intéressant de signaler que le citral (Géraniol et néral) est caractéristique de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* quelle que soit son origine géographique (Lewinsohn, 1998)

Tableau VI : Composition chimique de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf

N°	Composés	Tr	%
1	6-Methyl-5-Heptène one	6.09	0.31
2	Myrcène	6.13	5.52
3	(Z)- β -Ocimène	7.03	0.11
4	Linalol	8.16	0.68
5	Isopulégol	8.95	0.16
6	Citronellal	9.01	0.53
7	Terpinène-4-ol	9.45	0.48
8	Nérol	10.13	0.07
9	Citronellol	10.16	0.45
10	Néral	10.34	32.94
11	Acétate de linalyle	10.5	2.34
12	Géraniol	10.78	51.99
13	Acétate de citronellyle	11.87	0.29
14	Acétate de géranyle	12.24	0.31
15	β -Caryophyllène	12.78	0.07
Total des composés identifiés			96.25
Monoterpènes oxygénés			90.24
Monoterpènes hydrocarbonés			5.63
Sesquiterpènes hydrocarbonés			0.07
Composés aliphatiques			0.31

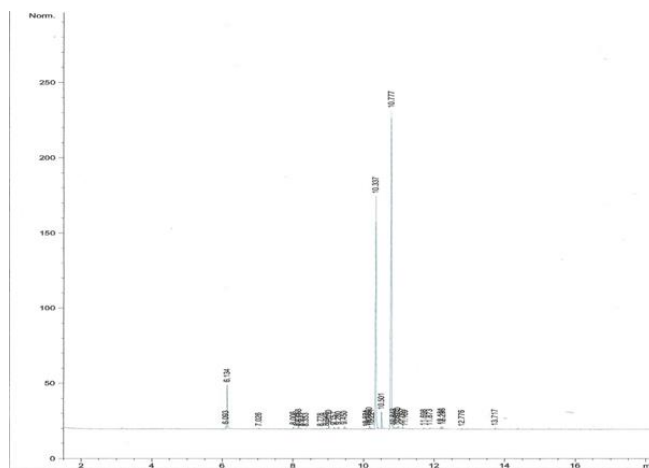


Figure 3 : Chromatogramme (GC-FID) de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf

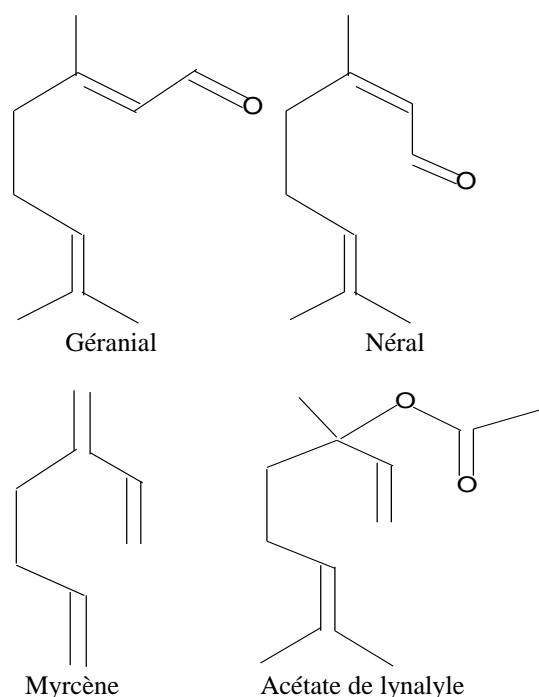


Figure 4 : Structures chimiques des principaux constituants de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf

3.3.2. *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle

Le tableau VII 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 5. 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

Composés carbonylés majeurs et indices physico-chimiques des huiles essentielles de deux espèces du genre *Cymbopogon* (Poaceae) du Congo-Brazzaville

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. (Śmigielski, 2014) qui est signalé rarement dans l'huile essentielle de citronella grasse. L'examen de ces résultats montre que ceux-ci sont semblables qualitativement et quantitativement à ceux obtenus par (Abena et al., 2007) au Congo qui décrit un échantillon marqué par le citronellal (37,50%), le géraniol (29,40%) comme constituants principaux. Ils concordent également à ceux du Togo (Koba et al, 2009) 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 Bénin (Noudogbessi et al, 2013) 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 de (Silou et al, 2017) au Congo avec le citronellal (47,19%), le géraniol (22,32%), le citronellol (11,98%) comme principaux constituants. 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%) (Nakahara et al., 2013).

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

Tableau VII : 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	9.7	0.03
10	Citronellol	10.18	10.98
11	Néral	10.33	0.21
12	Géraniol	10.54	26.84
13	Géranial	10.76	0.3
14	8-Hydroxy-Néo-Menthol	10.77	0.1
15	Acétate de citronellyle	11.86	1.08
16	Eugénol	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	Bicyclgermacrène	13.76	0.19
24	σ -Cadinène	13.94	0.16
25	δ -Cadinène	14	1.04
26	Elémol	14.38	9.51
27	Alcool Dervie du Dauca 5,8 diène	14.71	2.88
Total des composés identifiés			93.7
Monoterpènes oxygénés			75.89
Monoterpènes hydrocarbonés			1.96

Sesquiterpènes oxygénés	12.39
Sesquiterpènes hydrocarbonés	3.46

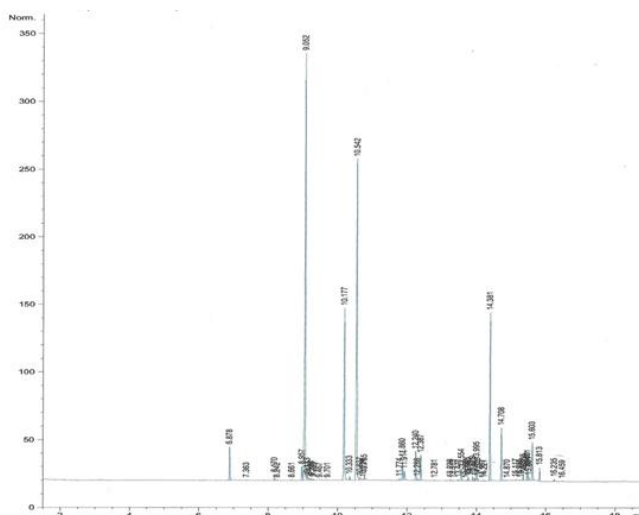


Figure 5 : Chromatogramme (GC-FID) de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* L. Rendle

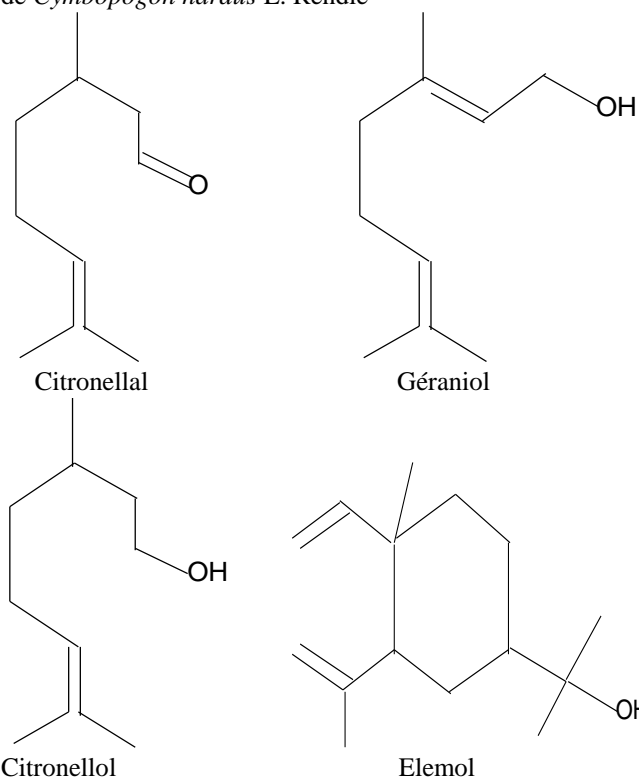


Figure 6 : Structures chimiques des constituants principaux de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* L. Rendle

IV. CONCLUSION

Les huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* et de *Cymbopogon nardus* sont riches en monoterpènes avec une dominance des monoterpènes oxygénés occupant des proportions respectives de (90,24%) et (75,89%). Le géraniol (51,99%) et le néral (32,94%), deux isomères géométriques constituant le citral occupant un taux de 84,93% ainsi que le citronellal (32,53%) respectivement sont des composés carbonylés majeurs de ces deux huiles essentielles. Grace aux faibles indices de réfraction, aux présences et aux proportions importantes du géraniol(51,99%), du néral (32,94%) et du citronellal (32,53%), ces huiles essentielles pourraient

constituer un réservoir d'exploitation des composés carbonylés nécessaires aux industries agroalimentaire, cosmétique, pharmaceutique, chimique et de parfumerie. En effet, le citral et le citronellal sont des composés carbonylés qui ont une immense valeur commerciale attribuable à leurs caractéristiques citronnées et leurs principes odoriférants (Ganjewala, 2008 ; Dubey, 2003)

REFERENCES:

- [1]. 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.
- [2]. 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.
- [3]. Abegaz B., Yohannes P. G. (1983). Constituents of essential oil of Ethiopian *Cymbopogon citratus* Stapf. *Journal of Naturels Products*, 46 (3): 424- 426.
- [4]. Aboubakhar F.(2008). Plantes aromatiques et médicinales cardio et /ou vascoactives d'Afrique centrale : Inventaire ethnobotanique, études chimiques et pharmacologiques. Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA). Université Marien Ngouabi. Brazzaville. Congo. 34p.
- [5]. Adams R.P. (2001). Identification of essential oils by gaz chromatography quadrupole mass spectroscopy. Carol Stream. IL, USA : Allured Publishing Corporation. 101p
- [6]. AFNOR (2000). «Recueil des normes : les huiles essentielles. Tomes 2. Monographies relatives aux huiles essentielles» AFNOR, Paris, 661-663.
- [7]. AOAC (1990). Official methods of analysis (15th ed) Washington, VA: Association of official analytical chemists.
- [8]. Barreira C.E.S., Selem M., Lima A. M., et Pinho Santana E. W. (2004). Larvicide activity of essential oils from Brazilian plants against *Aedes aegypti* L. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 99(5): 541-544.
- [9]. Bouquet A. (1969). Féticheurs et médecines traditionnelles du Congo (Brazzaville). Mémoire O.R.S.T.O.M n° 36 Paris, France, 282p.
- [10]. Bourboubou H.P., Souza A., Rondi L. M.(2008). Plantes anti-hypertensives utilisées par les populations Punu du sud gabon. 15^{ème} Colloque sur la Pharmacopée et la Médecine Traditionnelles Africaines. Libreville. Gabon.
- [11]. 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.
- [12]. Clevenger J. F.(1928). Apparatus for the determination of volatile oil. *Journal of the American Pharmaceutical Association*,17(4): 45-349.
- [13]. Davies NW. (1990). Gas Chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and carbo wax 20M phases. *J. Chromatogr.*, 503: 1.
- [14]. Diafouka A. A. ; Lejoli J. (1993). Plantes hypotensives utilisées en médecine traditionnelle à Brazzaville (Congo). *Médicaments et aliments : approche ethnopharmacologique*, 275-279.
- [15]. Dubey VS ; Bhalla R. ; Luthra R. ;(2003). An overview of nonmevalonate pathway for terpenoid biosynthesis in plants. *J.Biosci.*, 28: 637-646.
- [16]. Fauconnier M. L. (2006). HE d'Ylang Ylang: sa fiche qualitative et son suivi-exposé pour les GIE maison des Epices des Comores.
- [17]. Faye L. et Champey Y. (2008).Plantes médicaments et génériques : Quelles applications pour demain ? *Médecine Science*, 24(11) ; P 10-12.
- [18]. Gagan S., Richa S., Vivek P., Narender S., Bharpur S., and Mann. A.S. (2011). Scientif basic for the therapeutic use of *cymbopogon citratus* (DC) stapf (Lemon grass). *J. adv. Pharm. Res*, 2(1):3-8.
- [19]. Ganjewala D.; Kumari Ambika; Khan KH.(2008). Ontogenic and developmental changes in essential oil content and composition in *Cymbopogon flexuosus* cultivars. In: Prasard BN, Lazer Mathew editor. *Recent Advance in Biotechnology*. New Delhi, India, P:82-92.
- [20]. Glietho 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.
- [21]. Idu M.C.; Erhabor J. O. and Efijenne A. M. (2010). Documentattion on medicinal plants sold in markets Abeokuta, Nigeria. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 9(2)/ 110-118.
- [22]. Jeyathilakan N., Murali K., Anandaraj. A., Latha. B. R., and Abdul Basith S. (2010). Antelmintic activity of essential oils of *cymbopogon nardus* and *Azadirachta indica* on *Fasciola gigantica*. *Tamilnadu J. Veterinary & Animal Sciences*, 6(5): 204- 209.
- [23]. Josphat C. M., Wagara I.N., Nakavumu J.L. and Kiburai A. M.(2011). Chemical composition of *Cymbopogon Citratus* oil and its effects on mycotoxigenic *Aspergillus* species. *African Journal of Food Science*, Vol. 5(3), pp. 138-142.
- [24]. Joulain D. & Köning W. A., (1998). The atlas of spectral data of sesquiterpene hydrocarbons. Hamburg Germany: EB-Verlag.
- [25]. 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.
- [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.
- [27]. Kokate C. K.; Rao R. E.; and Varma K.C. (1971). Pharmacological investigation of essential oil of *Cymbopogon nardus*. *Indian J. Expt. Biol*, 9: 515- 516.
- [28]. Lahmar-Nour (2009). Synthèse et réactivité des derives carbonylés α - β insaturés fonctionnels. Thèse de doctorat. Université Gergy-Pontoise. 155p.
- [29]. Larousse (1986). Les plantes médicinales de l'Afrique 4.
- [30]. Lewinsohn E. ; Dudai N. ; Tadmor V. ; Katzir I. ; Ravid U. ; Putevsky E. et al. (1998). Histochemical localization of citral accumulation in lemon grass leaves (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (Poaceae)). *Anal. Bot.*, 81: 35-39.
- [31]. Mägi E., Jarvis T., Miller I.(2006). Effect of different products against Pig Mange Mites. *Acta. Vet. Brno.*, 75: 283-287.
- [32]. Mahalwal Vijender S. ; Mohd A. (2003). *Volatile constituents of Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle. *Flavour and Fragrance journal*, 18(1): 73-76.
- [33]. Marica R. et Bosset J.O (1997). Instrument analysis of volatile (Flaveur) compounds in milk and dairy products. *Lait*, 77(1): 13-40.
- [34]. Marta R.S., Santos dos A. O., Nakamura V.C. Dias Filho P. B., Ferreira P.C and Nakamura U.T. (2009). In vitro activity of essential oil of *cymbopogon citratus* and its component (citral) on *Leishmania amazonensis*. *Parasitology Research*,105 (5): 1489-1496.
- [35]. Mega T.P., Santos P., Machado-Souza A., Noblat L. B. C. , Gruz A. A. (2011). Use of medicinal herbs by patients with severe asthma managed at a Referral Center. *Bazilian Journal of pharmaceutical Sciences*, 47(3): 643-649.
- [36]. 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.
- [37]. Nakahara K.;Alzoreky N. S.;Yashihashi T.; Nguyen H.T. T.; Trakoontivakorn G. (2013). Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Cymbopogon nardus* (Citronella Grass). *Food Technology*, 37(4):249-252.
- [38]. Noudogbessi J.P.; Agbangnan P.; Yehouenou B.; Adjalian E.; Nonvilo P.; Akibou O. M. ; Wotto V. ; Figueredo G. ; Chalchat J-C.; Sohounhloue D. (2013). Physico-chemical properties of *Hyptis suaveolens* essential oil. *Int. J. Med. Arom. Plants*; 2/ 191-199.
- [39]. Olayemi R. F. ;Jawonisi I.O. ; Samuel J.A.(2018). Characterization and physic-chemical of essential oil of *Cymbopogon citratus* leaves. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 1(11):74-81.
- [40]. Ouamba J.M.(1991). Valorisation chimiques des plantes aromatiques du Congo. Extraction et analyses des huiles essentielles. Oximation des aldéhydes naturels. Thèse de Doctorat d'Etat de Montpellier II. Montpellier. France. 341p.
- [41]. Passy J. (1998). Revue générale sur les sensations olfactives. *Revue Sciences* 2(2), PP : 363-410.
- [42]. Phasomkusolsil S. and Mayuru S. (2010). Potential larvicidal and pupicidal activities of herbal essential oils against *Culex quinquefasciatus* say and *Anophèles minimus* (Theobald). *Southerast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 41(6): 1342-1351.
- [43]. Pushpanathan T. et al. (2006). Larvicidal , ovicidal and repellent activities of *cymbopogon citratus* Stapf (Graminae) essential oil against the filarial mosquito *Culex quinquefasciatus* (Say) (Diptera: Culicidae). *Tropical. Biomédecine*, 23(2): 208-212.
- [44]. Robbins S. R. J. (1983). Selected market for essential oil of lemon grass, citronella and eucalyptus. *Tropical Products Institute Report*, V: 17, p.13.
- [45]. Silou T.; Bikanga R.; Nsikabaka S.; Nombault J. ;Mavoungou C. ; Figueredo G.; Chalchat J.C. (2017). Plantes aromatiques du Plateau des cataractes (Bassin du Con). Caractérisation du chémotype de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle acclimaté au

**Composés carbonylés majeurs et indices physico-chimiques des huiles essentielles de deux espèces du genre
Cymbopogon (Poaceae) du Congo-Brazzaville**

Congo-Brazzaville. *Biotechnologie, Agronomie, société, Environnement*, 21(2) : 105-116.

- [46]. Śmigielski K.B., Majeweska M., Kunicka-Styczyńska A., Szczesna-antactza K.M., Gruska R., Starczyk 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.
- [47]. Tchoumboungang et al. (2009). Activité larvicide sur l'*Anopheles gambiae* Giles et composition chimique des huiles essentielles extraites de quatre plantes cultivées au Cameroun. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 13(1) : 77-84.
- [48]. Théagarajan K.S. and Kumar V.(1995). Essential oils of commercial in indi-utilization and futures prospects. *Indian Perfumer*, Vol.39; PP: 49-60.
- [49]. Varquez-Briones M. C.; Hernandez L. R. ; Beltrans (2015). Physicochemical and antioxidant properties of *Cymbopogon citratus* essential oil. *Journal of Food Research*, 4(3): 36-45