

Composition Chimique et Propriétés Physico-Chimiques des Huiles Essentielles de *Pimenta racemosa* (Miller) et de *Chromolaena odorata* (L. Robinson) Acclimatées au Bénin.

Jean-Pierre Noudogbessi¹, Dansou Kossou², Dominique C. K. Sohounhloué^{1*}

¹Unité de Recherche sur les Extraits Végétaux (UREV) ; Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA) ; Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi / Université d'Abomey-Calavi ; 01 BP 2009 Cotonou Rép. du Bénin

²Département de Production Végétale ; Faculté des Sciences Agronomiques /Université d'Abomey-Calavi ; 01 BP 526 Cotonou Rép. du Bénin

(Reçu le 17/04/2007 – Accepté après corrections le 22/06/2008)

Résumé

Les compositions chimiques des huiles essentielles des feuilles de *Pimenta racemosa* et *Chromolaena odorata* récoltées au sud et au centre du Bénin ont été étudiées par GC et GC/MS. Les principaux composés notés dans l'huile essentielle de *P. racemosa* sont: eugénol (61,9 %-55,7%); chavicol (15,3%-8,0%) et le myrcène (22,3%-12,5%). Pregéijerène (19,9%); α -pinène (17,9%); β -caryophyllène (4,9%-21,0%); germacrène-D (9,8%-15,3%); géijerène (11,4%); β -pinène (10,6%); oxyde de caryophyllène (8,0%); α -copaène (7,4%); δ -cadinène (5,4%); β -bourbonène (4,1%) sont majoritaires dans les feuilles de *Chromolaena odorata* mais ne caractérisent pas une région particulière. Quelques propriétés physico-chimiques de ces huiles essentielles ont été déterminées.

Mots clés: Huile essentielle, *Pimenta racemosa*, *Chromolaena odorata*, α -pinène, Pregéijerène, Germacrène-D, Propriétés physico-chimiques.

Summary

The chemical compositions of essential oils of the leaves of *Pimenta racemosa* and *Chromolaena odorata* collected in the south and the center of Benin were studied by GC and GC/MS. The principal compounds of the essential oil of *P. racemosa* are: eugenol (61,9 %-55,7%); chavicol (15,3%-8,0%) and myrcene (22,3%-12,5%). Pregéijerène (19,9%); α -pinène (17,9%); β -caryophyllène (4,9%-21,0%); germacrène-D (9,8%-15,3%); géijerène (11,4%); β -pinène (10,6%); oxyde de caryophyllène (8,0%); α -copaène (7,4%); δ -cadinène (5,4%); β -bourbonène (4,1%) are majority in the leaves of *Cromolaena odorata* but do not characterize a particular area. Some physicochemical properties of these essential oils were given.

Key words: Essential oil, *Pimenta racemosa*, *Chromolaena odorata*, α -pinene, pregeijerene, germacrène-D, Physico-chemical property,

* Adresse pour correspondance : ksouhoun@bj.refer.org

1. Introduction

Le genre *Pimenta* (Myrtaceae) est largement représenté dans la région des Caraïbes. Il compte un grand nombre d'espèces et variétés aromatiques traditionnellement importantes^[1]. *Pimenta racemosa* (Miller) est une plante aromatique originaire des Antilles et du Vénézuéla^[2]. Connue en République Dominicaine sous le nom de «ozua»^[3], elle est utilisée dans les traitements thérapeutiques de plusieurs maladies^[3,4,5,6].

Au Bénin, les feuilles de *P. racemosa* interviennent dans les préparations culinaires pour ses propriétés anti-radicalaire et anti-oxydante^[7]. En 1996, Ayedoun et al.^[8] ont identifié dans l'huile essentielle (HE) des feuilles de *P. racemosa* trois principaux composés: eugénol, chavicol et myrcène. En 2004, les travaux de Alitonou ont confirmé la présence de ces composés et en proportions remarquables dans les extraits volatils de *P. racemosa* de Godomey et Kouhounou^[9].

Chromolaena odorata (Asteraceae) est une espèce aromatique envahissante de la végétation Africaine. Des études précédentes ont indiqué la présence dans ses organes de stéroïdes^[10], de triterpènes^[11], de flavonoïdes^[12, 13, 14], d'alcaloïdes^[15] et des huiles essentielles^[16, 17, 18, 19,20, 21]. Il est connu au Bénin dans la pharmacopée traditionnelle pour ses nombreuses vertus médicinales. Sohounhloué et al. ont noté dans l'huile essentielle de *C. odorata* de Houin le β -caryophyllène (21%) et le germacrène-D (15,3 %)^[22].

Les présentes études montrent la composition chimique des huiles essentielles des feuilles de *P. racemosa* et de *C. odorata* provenant de plusieurs régions du Bénin. Les caractéristiques physico-chimiques (densité, pouvoir rotatoire, indice de réfraction, indice d'acide, indice de saponification, indice

d'ester, indice d'iode) de ces extraits volatils ont été déterminées.

2. Partie expérimentale

Matériel végétal : Les feuilles de *P. racemosa* ont été récoltées dans cinq régions au sud (Comé, Godomey, Ifangni) et au centre (Abomey, Bohicon₁, Bohicon₂) du Bénin, à Abomey-calavi et à Houin pour celles de *C. odorata* entre 05 septembre et 18 octobre 2005. Le matériel est séché au laboratoire (20-22°C) durant la période des extractions.

Les huiles essentielles ont été obtenues par hydrodistillation des feuilles (250 à 300g) pendant 3 heures à l'aide d'un appareil du type Clevenger. Elles sont séchées sur sulfate de sodium anhydre.

Les rendements en huile essentielle dont les valeurs se situent entre 0,09% et 2,04% sont établis sur la moyenne de trois répétitions (tableau 1).

GC/FID et GC/MS : Elle a été faite sur l'appareil type Delsi DI 200 muni d'un détecteur à ionisation de flamme, d'une colonne DB5 (L: 25 m, Diamètre: 0,25 mm, df: 0,25 μ m) avec un split de 60 mL / min et d'azote (gaz vecteur) en programmation de température (5 min, 50°C à 220°C, 3°C/min). L'injecteur a été réglé à 220°C et le détecteur à 235°C.

Le couplage effectué sur Hewlett Packard modèle 6890 équipé d'une colonne HP5 (30 m x 0,25 mm, df: 0,25 μ m) utilisée en programmation de température (50°C pendant 5min) à 300°C et un gradient de 5°C /min).

Le gaz vecteur est l'Hélium (14,4 mL / min). Les injections sont faites en mode split (1/10). Les températures respectives de fonctionnement de l'injecteur et du détecteur sont 250°C et 320°C. Le spectromètre de masse a été utilisé en mode impact d'électron à 70 eV avec un multiplicateur d'électron de 2200V.

La température de la source d'ions a été fixée à 230°C et les données la

spectrométrie de masse ont été établies en mode scan dont le rapport m/z varie entre 33 et 450.

Les composés déterminés par CPG ont été identifiés par comparaison des indices de rétention à ceux des composés de référence dans la littérature [23, 24, 25]. Les composés sont confirmés par CPG/SM en comparant leurs spectres de masse à ceux des composés de référence [26,27].

Aspects sensoriels : Un échantillon de chaque huile essentielle a été soumis aux appréciations de deux groupes de personnes (dix par groupe) et les observations sont enregistrées (tableau 2).

Caractéristiques physico-chimiques (Tableau III)

Densité relative d à 20°C : Le pycnomètre est rempli successivement avec des volumes égaux d'huile essentielle et d'eau distillée puis pesé. La densité est calculée par $(m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)$.

m_0 = masse du pycnomètre vide en g

m_1 = masse du pycnomètre rempli d'eau en g

m_2 = masse du pycnomètre rempli d'huile essentielle en g

Pouvoir rotatoire Pr : IL a été mesuré le polarimètre CARL ZEISS 128291. Les solvants de dilution sont le chloroforme pour *C. odorata* et l'éthanol à 96% pour *P. racemosa*.

Indice de réfraction Ir : L'indice de réfraction a été mesuré à 20°C avec le réfractomètre CARL ZEISS JENA 234678.

Indice d'acide Ia : Un gramme d'HE et deux gouttes de phénolphtaléine sont introduits dans cinq millilitres d'alcool éthanolique neutralisé. Après homogénéisation, le mélange est titré avec une solution d'hydroxyde de potassium (0,05N).

$$I_a = \frac{N_{(OH^-)} \times V \times 56,11}{m}$$

N_{OH^-} = normalité d'hydroxyde de potassium

m = masse d'huile essentielle prélevée en g

V = volume de solution d'hydroxyde de potassium versée en mL

56,11 g / mol = masse moléculaire du KOH

Indice de saponification Is : Dans un ballon (100 mL) a été introduit, un gramme d'HE avec 25 mL de solution éthanolique de potasse et quelques morceaux de pierre ponce. Le mélange est chauffé à reflux pendant une heure. L'excès de KOH est titré en présence de phénolphtaléine avec une solution aqueuse d'acide chlorhydrique (0,05 N).

$$I_s = \frac{(V_0 - V) \times 56,11 \times N_{HCl}}{m}$$

V_0 = Volume à l'essai blanc en mL

V = chute de burette exprimée en mL

N_{HCl} = normalité de la solution d'acide chlorhydrique (0,05 N)

m = masse d'huile essentielle en g

Indice d'ester Ie : $I_e = I_s - I_a$

Indice d'iode Ii : A 0,2g d'HE et 20 mL de cyclohexane contenus dans un erlenmeyer (capacité: 200mL) sont ajoutés 20 mL de réactif de Wijs. Après 30 min à l'obscurité et sous agitation magnétique, le mélange a été complété par 100 mL d'eau distillée et 20 mL d'iodure de potassium. La solution finale est dosée par une solution de thiosulfate de sodium (0,1 N).

$$I_i = \frac{12,7 \times C (V_0 - V)}{m}$$

m = masse d'huile essentielle en g

C = concentration de thiosulfate de sodium en mol / L

V_0 = volume de l'essai à blanc en mL

V = volume de solution de thiosulfate versé en mL

3. Résultats et discussion

Tableau I : Rendement en huiles essentielles de *P. racemosa* et *C. odorata*

Espèce Végétale	<i>Pimenta racemosa</i>						<i>Chromolaena odorata</i>	
	A	BO ₁	BO ₂	C	G	I	AC	H
Organe	F							
Rendement (%)	1,20±0,02	1,84±0,01	0,87±0,01	1,30±0,03	1,40±0,02	2,04±0,01	0,12±0,01	0,09±0,01
A=Abomey ; AC = Abomey-Calavi ; BO ₁ =Bohicon ₁ ; BO ₂ =Bonhicon ₂ ; C = Comé ; G=Godomey ; H =Houin ; I=Ifangni; F = feuilles								

Tableau II : Caractéristiques sensorielles des huiles essentielles de *P. racemosa* et *C. odorata*

	Couleur	Aspect	Arôme
<i>P. racemosa</i>	incolore	Limpide, claire, fluide	Agréable, attirant, pénétrant et persistant, épicé, boisé
<i>C. odorata</i>	Jaune-verdâtre	Limpide, claire, visqueux	Répugnant et Non persistant

Tableau III : Paramètres physico-chimiques des huiles essentielles de *P. racemosa* et *C. odorata*

Huiles essentielles (Lieu)	Paramètres physico-chimiques						
	Densité (à 20°C)	Pr(20°C)	Ir (à 20°C)	Ia (mg de KOH / g de H E)	Is (mg de KOH / g de H E)	Ie (mg de KOH / g de H E)	Ii (g d'iode / 100 g de H E)
<i>C. odorata</i> (Abomey-Calavi)	0,910±0,001	-33,50	1,5046±0,1100	15,62±0,10	36,62±0,50	21,00±0,40	15,56±0,64
<i>P. racemosa</i> (Ifangni)	0,942±0,001	- 19,15	1,5120±0,2000	7,39±0,74	41,15±0,10	33,75±0,84	21,69±0,53

Les valeurs -33,50 et -19,15 du tableau III indiquent que les deux HE sont douées de pouvoir rotatoire. La valeur -19,15 est en accord avec celles de Garcia obtenues pour deux autres espèces de la République Dominicaine : *P. racemosa* var. *terebinthina* et *P. racemosa* var. *grisea* [1]. Les indices d'acide et de saponification déterminés montrent peu d'acides libres dans les feuilles dont les huiles essentielles ne renferment pas assez de composés saturés. Les résultats du tableau IV indiquent 98,5% de composés dans l'HE de *C. odorata* d'Abomey-Calavi et 84,8% dans celle de Houin. Cinquante composés caractérisent l'HE d'Abomey-Calavi dont 57,3% de sesquiterpènes et 38,4% de monoterpènes. On ne note que 2,8% de coamposés oxygénés. L'huile essentielle de *C. odorata* d'Abomey Calavi contient comme principaux composés, l' α -pinène

17,9%; β -pinène 10,6%; (E)- β -ocimène 3,4% ; prégeijerène 19,9%; geijerène 11,4%; germacrène-D 9,8%; β -caryophyllène 4,9%.

L'huile essentielle de Houin renferme moins de la moitié (23) des composés identifiés à Abomey-Calavi. Les principaux composés sont les sesquiterpènes hydrocarbonés (70,5%). Les sesquiterpènes oxygénés représentent 13,7%. Elle ne renferme ni de monoterpènes hydrocarbonés (0%), ni de composés aliphatiques oxygénés (0%). β -caryophyllène 21,0%; germacrène-D 15,3%; oxyde de caryophyllène 8,0%; α -copaène 7,4%; δ -cadinène 5,4% et β -bourbonène 4,1% sont majoritaires dans cette huile. Par ailleurs, on remarque dans le tableau IV une proportion semblable (0,5% et 0,6%) en monoterpènes oxygénés dans les compositions chimiques.

Tableau IV : Composition chimique des huiles essentielles extraites des feuilles de *C. odorata* récoltées à Abomey-Calavi et à Houin

Composés identifiés	KI	Localités	
		AC	H
		Organe	
		F (%)	F (%)
(E)- hex-2-é-nal	855	0,2	-
(Z)- hex-3-é-nol	857	0,2	-
(E)- hex-2-é-nol	866	0,3	-
hexanol	870	0,5	-
α -thujène	931	0,2	-
α-pinène	939	17,9	-
sabinène	976	1,7	-
β-pinène	980	10,6	-
myrcène	991	2,2	-
α -terpinène	1018	0,1	-
limonène	1031	1,4	-
(Z)- β -ocimène	1040	0,6	-
(E)-β-ocimène	1050	3,4	-
γ -terpinène	1060	0,2	-
terpinolène	1088	0,1	-
linalol	1097	0,2	0,2
(E)-4,8-dimethyl-1, 3, 7-nànatrène	1116	0,3	-
geijerène isomère	1135	1,1	-
geijerène	1143	11,4	1,4
terpinène-4-ol	1177	0,3	-
myrténol	1196	-	0,4
isogeijerèneC isomère	1250	0,3	-
isogeijerèneC	1253	0,3	-
geijérène iso	1265	0,1	-
geijérène iso	1278	0,1	-
pregeijerène isomère	1290	0,9	-
pregeijerène	1294	19,9	2,3
δ -élémente	1338	0,1	0,5
α -cubébène	1551	0,1	0,3
α -copaène	1377	0,9	7,4
β -bourbonène	1388	0,1	4,1
β -élémente	1391	0,6	1,0
β-caryophyllène	1419	4,9	21,0
β -copaène	1432	0,2	-
β -gurjunène	1473	-	1,3
cis muurola-3,5-diène	1450	0,2	-
α -humulène	1455	1,4	3,7
trans cadina-1(6),4-diène	1477	0,3	-
γ -muurolène	1480	0,3	1,6
germacrène-D	1485	9,8	15,3
trans muurola-4(14),5-diène	1494	0,4	-
bicyclogermacrène	1500	1,4	1,4
α -muurolène	1512	-	2,1
γ -cadinène	1514	0,1	1,7
δ -cadinène	1522	2,0	5,4
trans cadina-1,4-diène	1535	0,1	-
élémol	1549	0,2	0,7
germacrène B	1556	0,2	-
spathuléol	1580	-	2,0
oxyde de caryophyllène	1581	0,2	8,0
viridiflorol	1593	0,1	-
épi cubénol	1620	0,1	1,6
α -muurolol	1646	0,2	-
α -cadinol	1654	0,3	1,4
Monoterpènes hydrocarbonés		38,4	-
Monoterpènes oxygénés		0,5	0,6
Sesquiterpènes hydrocarbonés		57,3	70,5
Sesquiterpènes oxygénés		1,1	13,7
Composés aliphatiques oxygénés		1,2	-
Total		98,5	84,8

AC = Abomey-Calavi ; H = Houin ; F = feuille

Tableau V : Composition chimique des huiles essentielles extraites des feuilles de *P. racemosa* récoltées au sud et au centre du Bénin.

Composés identifiés	KI	Localités					
		A	BO ₁	BO ₂	C	G	I
		Organe					
		F (%)					
tricyclène	928	0.1	0.1	0.1	-	-	-
α-thujène	930	-	-	-	-	0.1	0.1
α - pinène	939	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.4
oct - 1 - èn - 3 - ol	978	1.3	1.4	2.0	1.5	1.2	0.1
β-pinène	979	0.1	0.1	0.1	-	-	-
myrcène	991	13.4	15.7	22.3	12.5	13.3	20.5
α - phellandrène	1003	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.8
α - terpinène	1017	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
para cymène	1025	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.4
limonène	1029	3.0	2.8	2.0	2.4	-	-
limonène+β-phellandrène (1030) +1,8-cinéole (1031)	1030	-	-	-	-	2.6	4.8
1,8-cinéole	1031	1.3	1.5	1.4	2.4	-	-
(Z)-β-ocimène	1040	0.1	0.1	0.1	-	0.1	0.1
(E) - β - ocimène	1050	0.3	0.1	0.2	0.3	0.2	0.4
γ - terpinène	1060	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
n-octanol	1068	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-
terpinolène	1089	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
6,7-époxy myrcène	1093	0.1	-	0.1	-	-	-
linalol	1097	0.6	2.7	2.0	2.2	0.5	1.3
acétate d'oct-1-èn-3-yle	1113	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-
terpinène-4-ol	1177	0.4	0.5	0.9	1.2	0.5	0.7
para cymène-8-ol	1183	-	-	-	-	-	0.1
salicylate de méthyle	1192	0.1	-	0.1	0.1	-	-
α - terpinéol	1195	0.6	0.7	0.7	1.5	0.5	0.4
n - décanal	1202	0.1	0.2	0.3	0.1	-	-
acétate d'octyle	1211	-	0.1	-	-	-	-
acétate d'octanyle	1214	-	-	-	0.1	-	-
chavicol	1250	13.2	11.8	8.0	12.4	15.3	8.5
acétate de chavicol	1353	1.2	1.0	0.3	1.1	-	-
eugénol	1359	60.7	57.5	56.7	55.7	61.9	55.8
α-copaène	1377	-	0.1	-	-	-	-
(Z)-isoeugénol	1407	-	-	-	0.1	-	-
β-caryophyllène	1419	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4
guaïa-6,9-diène	1443	-	-	-	0.1	-	-
α-humulène	1454	-	0.1	-	0.1	0.1	0.1
γ-muuroolène	1477	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
bicyclosiquiphellandrène	1487	-	-	-	0.1	-	-
α-muuroolène	1497	-	-	-	0.1	0.1	0.1
(E, E)-α-farnésène	1508	0.2	0.7	0.2	0.1	0.6	0.7
γ-cadinène	1512	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
acétate d'eugényle	1524	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-
δ-cadinène	1520	0.3	0.3	-	0.3	0.4	0.4
calacorène	1549	-	-	-	-	0.1	0.1
épi alpha cadinol	1641	-	-	-	-	0.1	0.1
α-cadinol	1653	-	-	-	-	0.1	0.1
Monoterpènes hydrocarbonés		18.5	20.5	26.1	16.5	14.8	23.2
Monoterpènes oxygénés		76.9	74.7	69.8	75.5	78.7	66.8
Sesquiterpènes hydrocarbonés		0.8	1.6	0.5	1.3	1.8	2.2
Sesquiterpènes oxygénés		-	-	-	-	0.2	0.2
Ester		1.5	1.3	0.6	1.5	-	-
Composés aliphatiques oxygénés		1.5	1.7	2.4	1.7	1.2	0.1
Autres composés		-	-	-	-	2.6	4.8
Total		99.2	99.8	99.4	96.5	99.3	97.3
A=Abomey ; BO ₁ =Bohicon ₁ ; BO ₂ =Bonhicon ₂ ; C=Comé ; G=Godomey ; I=Ifangni ; F = feuilles							

La différence remarquée au niveau des proportions et des composés des deux huiles essentielles est la conséquence de l'influence probable de la nature du sol ou du climat de la région où chaque espèce a été récoltée. Il est très important de souligner que la collecte a été faite dans deux régions très éloignées situées au Sud du Bénin dont les sols sont nettement différents : latéritique pour Abomey-Calavi et vertisol à Houin.

La plupart (96,5% à 99,8%) des composés ont été identifiés dans les huiles essentielles présentées dans le tableau V. Les huiles essentielles de *P. racemosa* sont constituées par un taux important de sesquiterpènes oxygénés (66,8% à 78,7%). Les monoterpènes hydrocarbonés sont également majoritaires dans ces extraits volatils (14,8% à 23,2%). Les composés sesquiterpéniques sont apparus en faible proportion (0,5% à 2,4%).

Dans le tableau V, les proportions en composés monoterpéniques (90% à 95,9%) sont proches de celles déterminées par Ayedoun et al. (98,5%)^[8] et Alitonou (94,5% à 98%)^[9] à Godomey et Kohounou au Bénin. On remarque aussi que dans les huiles essentielles étudiées, le taux de monoterpènes oxygénés (66,8% à 78,7%) est environ quatre fois plus important que celui des monoterpènes hydrocarbonés (14,8% à 26,1%).

Les composés majoritaires sont Eugénol (61,9%-55,7%), chavicol (15,3%-8%), myrcène (22,3%-12,5%). Ils sont particulièrement monoterpéniques et caractérisent toutes les huiles essentielles du tableau V. Les proportions de ces composés rejoignent celles obtenues par Ayedoun et al. (eugénol 52,7%; myrcène 26,6%; chavicol 6,3%)^[8] puis par Alitonou (eugénol 45,2%-52,7%; myrcène 21,9%-30,9%; chavicol 7,1%-9,3%)^[9]. Selon ces différents résultats, la variété de *P. racemosa* acclimatée dans le sud et le centre du Bénin est de type «eugénol-chavicol-myrcène».

Seules les huiles essentielles de Godomey et Ifangni contiennent des traces

de sesquiterpènes oxygénés (0,2%). La présence de quelques esters (0,6% à 1,5%) et composés aliphatiques oxygénés (0,1% à 2,4%) est signalée dans certains de ces extraits volatils.

Les résultats du tableau V montrent que l'HE d' Ifangni est riche en myrcène (20,5%) et le chavicol est cependant très représenté dans l'HE de Godomey (15,3%). A Bohicon₂, on ne note que 8% de ce dernier composé.

Dans les extraits de Godomey étudiés par Ayédoun et al. en 1996^[8] et par Alitonou en avril 2003 et en Janvier 2005^[9], les pourcentages en terpinèn-4-ol sont respectivement (0,3%) et (0,7 à 0,8%). Ces valeurs très faibles confirment la trace de terpinèn-4-ol (0,5%) remarquée dans l'échantillon de Godomey au cours de notre étude.

4. Conclusion

Les compositions chimiques des huiles essentielles étudiées ont varié en fonction du lieu de collecte des espèces végétales. L'extrait volatil de *Pimenta racemosa* renferme un taux très élevé de composés oxygénés, 80,1% à 66,9% en poids contre 14,3% à 2,8% pour *C. odorata*. Dans les huiles essentielles de *P. racemosa* des régions investiguées, les composés majoritaires en présence sont identiques mais à différentes proportions. Quant aux huiles essentielles de *C. odorata*, les principaux composés sont en majorité sesquiterpénoïques et diffèrent par région.

Les propriétés physico-chimiques des huiles essentielles investiguées ont permis leur meilleure caractérisation.

Bibliographie

[1] D. Garcia, A. Alvarez, P. Tornos, A. Fernandez and T. Saenz, Gas Chromatographic-Mass Spectrometry Study of the Essential Oils of *Pimenta racemosa* var. terebenthina and *P. racemosa* var. grisea. Z. Naturforsch, (2002), 57c, 449-451.

- [2] E. Adjanohoun, L. Ake Assi, P. Chibon, S. Cuffy, J.-J. Darnault, M.-J. Edwards, C. Etienne, J. Eyme, E. Goudoté, J. Jérémie, A. Kéita, J.- L. Langfosse, J. Portecop, A. Soopramanien and J. Trois: 17 Médecine traditionnelle et pharmacopée. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques à la Dominique., ACCT, Paris, (1985), 143.
- [3] L. Robineau, Towards a Caribbean Pharmacopeia (Tramil 4). Enda-Caribe, Santo Domingo, (1991), 287-295.
- [4] J. A. Duke, Handbook of Medicinal Herbs. CRC Press, Florida, (1986), 134-147.
- [5] A Lioger, Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe. Iberoamericana, San Juan.
- [6] M. D. Garcia, M. A. Fernandez, A. Alvarez, M. T. Saenz, Antinociceptive and anti-inflammatory effect of the aqueous extract from leaves of *Pimenta racemosa* var. *ozua* (Mirtaceae), Journal of Ethnopharmacology, (2004), 91, 69-73.
- [7] G. Alitonou, Huiles essentielles extraites de plantes aromatiques d'origine béninoise : étude chimique, évaluation biologique et applications potentielles. Thèse de Doctorat en cotutelle UAC – UM_{II}, (2006), 214.
- [8] A. M Ayedoun., S. B. Adeoti, C. Menut, G. Lamaty, J. M. Bessière, Aromatic plants from Tropical West Africa. IV. Chemical composition of leaf oil of *Pimenta racemosa* (Miller) J. W. Moore var. *racemosa* from Benin, J. Essent. Oil Res., (1996), 8(2), 207-209.
- [9] G. Alitonou, Huiles essentielles extraites de plantes aromatiques d'origine béninoise : étude chimique, évaluation biologique et applications potentielles. Thèse de Doctorat en cotutelle UAC – UM_{II}, (2006), 106.
- [10] M. Ahmad and M. N. Nabi, Chemical investigations on the leaves of *Eupatorium odoratum*., Sci. Res. Dacca, Pakistan, (1967), 4, 154-157.
- [11] S. K. Talapatra, D. S. Bhar, B. Talapatra, Terpenoids and related compounds, Part XIII. Indian J. Chem., (1977), 15B, 806-807.
- [12] M. A. Hai, K. Saha and M. U. Ahmad, Chemical constituents of *Eupatorium odoratum* Linn. (Compositae). J. Bangladesh Chem. Soc., (1995), 8, 139-142.
- [13] E. Wollenweber, M. Dörr and R. Muniappan, Exudate flavonoids in a tropical weed, *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King et H. Robinson. Biochem. Syst. Ecol., (1995), 23, 873-874.
- [14] E. Wollenweber and J. N. Roitman, A novel methyl ether of quercetagenin from *Chromolaena odorata* leaf exudate. Biochem. Syst. Ecol., (1996), 24, 479-480.
- [15] A. Biller, M. Boppre, L. Witte and T. Hartmann, Pyrrolizidine alkaloids in *Chromolaena odorata*. Chemical and chemoeological aspects. Phytochemistry, (1994), 35, 615-619.
- [16] S. I. Inya-Agha, B. O. Oguntimein, A. Sofowora and T. V. Benjamin, Phytochemical and antibacterial studies on the essential oil of *Eupatorium odoratum*. Int. J. Crude Drug Res., (1987), 25, 49-52.
- [17] G. Lamaty, C. Menut, P. H. A. Zollo, J. R. Kuate, J. M. Bessière, J. M. Quamba and T. Silou, Aromatic plants of tropical Central Africa, IV. Essential oil of *Eupatorium odoratum* L. from Cameroon and Congo. J. Essent. Oil Res., (1992), 4, 101-105.
- [18] D. Bamba, J. M. Bessière, L. Marion, Y. Pelissier and I. Fouraste, Essential oil of *Eupatorium odoratum*. Planta Medh., (1993), 59, 184-185.
- [19] R. N. Baruah and P. A. Leclercq, Constituents of essential oil from the flowers of *Chromolaena odorata*. Planta Med., (1993), 59, 283.
- [20] G. Bedi, Z. F. Tonzibo, J. C. Chalchat, T. Y. N'Guessan, Composition chimique des huiles essentielles de *Chromolaena odorata* L. King Robinson (Asteraceae) d'Abidjan – Côte d'Ivoire, J. Soc. Ouest-Afr. Chim., (2001), n° 011.
- [21] A. R. Chowdhury, Essential oils of the leaves of *Eupatorium odoratum* L. from

Shillong (N. E.). *J. Essen. Oil-Bearing Plants*, (2002), 5, 14-18.

[22] K. D. Sohounhloué, J. Dangou, L. G. Djossou, B. Gnonhossou and A. U. Sagbo, Chemical composition of the essential oil of *Chromolaena odorata* (L.) King and Robins collected in Houin (Benin), *J. SOACHIM*, (1996), (2): 75-82.

[23] E. Stenhagen, S. Abrahamson and F. W. Lafferty, *Registry of Mass Spectral Data*. Wiley, New York, (1974).

[24] W. Jennings and T. Shibamoto, *Qualitative Analysis of Flavor and Fragrance Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography*. Academic Press, Inc., New York (1980).

[25] E. Von Sidow, K. Anjou and G. Karlsson, *Arch. of Mass Spectral Data*, 1(3), 392-578, (1970).

[26] P. Rösch, J. Popp, W. Kiefer, Raman and SERS Investigations on Lamiaceae Plants, *J. Mol. Struct.*, (1999), 480 – 481, 121.

[27] A. A. Swigar, R. M. Silverstein, *Monoterpenes, Infrared, Mass, NMR Spectra and Kovats Indices*, Aldrich Chem., Co., Milwaukee, WI, USA, (1981).