



CARACTERISATION CHIMIQUE ET DISCRIMINATION DES HUILES ESSENTIELLES DES GRAINES D'AFRAMOMUM GIGANTEUM ET D'AFRAMOMUM ALBOVIOLACEAE DU PLATEAU DES CATARACTES AU CONGO BRAZZAVILLE

Aubin Nestor Loumouamou^{1,2} *, Kévin Bikindou^{1,2}, Thomas Silou^{1,3}, Jean Claude Chalchat⁴
and Gilles Figueredo⁵

¹ Equipe Pluridisciplinaire de Recherche en Alimentation et Nutrition (EPRAN), Faculté des Sciences et des Techniques, Université Marien Ngouabi, BP 69, Brazzaville, CONGO

² Institut National de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles (IRSEN), Cité Scientifique, BP 2400, Brazzaville-Congo

³ Ecole Supérieure de Technologie (EST-Cataractes), BP 389 Brazzaville, CONGO

⁴ Association des Valorisation des Huiles Essentielles et des Arômes (AVAHEA), La Haye 7, 63500 Saint Babel, France

⁵ Laboratoire d'analyse des Extraits végétaux et des Arômes (LEXVA), Biopole, Clermont-Limagne, Saint-Beauzire, France

Email : aubinnestor@yahoo.fr

RESUME

Les fruits d'*Aframomum giganteum* (AG) et *Aframomum alboviolaceae* (AO), totalement différents sur le plan morphologique, contiennent des petites graines noires quasi- identiques. Les huiles essentielles qu'elles donnent ont été caractérisées et ensuite discriminées en utilisant l'ACP et la CAH, ainsi que la représentation radar plot. Les huiles essentielles obtenues, d'une part, par vapo-hydrodistillation et, d'autre part, par hydrodistillation, des graines de AG contiennent deux tiers de monoterpènes (26,74% et 22,4% de β -pinène ; 22,38% et 21,89% de 1,8-cineole) et d'un tiers de sesquiterpènes (22,89% et 27,05% de β -selinène) alors que celles issues de AO sont constituées d'un tiers de monoterpènes (10,48% et 11,40% de β -pinène) et deux tiers de sesquiterpènes (23,71% et 28,91% de β -caryophyllène ; 8,69% et 4,40% de β -selinène). Une telle différence de composition chimique laisse présager un impact significatif sur leurs propriétés olfactives et médicinales respectives.

Mots-clés : *Aframomum giganteum*, *Aframomum obloviolaceae*, composition chimique, ACP, CAH, Bassin du Congo

INTRODUCTION

Le genre *Aframomum*, endémique des flores tropicales de l'Afrique sub-saharienne et de Madagascar est l'un des plus abondants de la famille des Zingibéracées avec environ 70 espèces. Ces sont des herbes pérennes de grande taille, rhizomateuses et aromatiques [1]. Ce genre est bien représenté dans le bassin du Congo. Une vingtaine d'espèces de ce genre ont été identifiées au Cameroun et, pour la plupart, ce sont des plantes aromatiques que les populations utilisent dans l'alimentation et dans la médecine traditionnelle [2]. Les feuilles donnent des huiles essentielles avec des rendements variant de 0,3 à 2,6 %, les graines contiennent également des teneurs importantes en huile avec des rendements variant de 0,7 à 3,7%. Les feuilles sont plus utilisées dans l'alimentation et les graines dans la médecine traditionnelle. Toutefois, il y a des huiles à la fois alimentaires et médicinales aussi bien pour les feuilles que pour les graines. De même certaines espèces d'*afmomum* contiennent des huiles essentielles dans leurs rhizomes [3 ; 4]. Au Congo Brazzaville, les fruits des espèces du genre *Aframomum* sont de consommation courante et font l'objet d'un marché important dans les centres urbains: il s'agit particulièrement de *Aframomum alboviolaceae* (AO) et *Aframomum giganteum* (AG), dans l'alimentation et de *Aframomum melegueta* en médecine traditionnelle [5 ; 6]. La pulpe des fruits d'*Aframomum giganteum* et d'*Aframomum olboviolaceae* est consommée soit telle quelle, soit transformée en jus après macération dans l'eau. Les graines récupérées sont potentiellement utilisables en médecine traditionnelle, comme celles d'*Aframomum melegueta*, connues pour leurs propriétés médicinales.

Si les fruits de AG et AO sont morphologiquement très différents, leurs graines petites et noires sont indiscernables entre elles et sont très proches de celles d'*Aframomum melegueta*. Il est donc important de connaître très précisément leurs profils chimiques et notamment ceux des huiles essentielles qu'elles donnent pour prévenir des contre-performances dans leurs utilisations respectives.

L'objectif de ce travail est donc de caractériser, pour éventuellement discriminer, les huiles essentielles extraites des graines de AG et AO.

Une approche statistique a été utilisée pour faire émerger le plus finement possible leurs ressemblances et leurs différences en utilisant des radar-plots, l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Cette approche a également été utilisée antérieurement pour les huiles essentielles d'*eucalyptus* [7] et de *Dacryodes edulis* [8], d'une part et les huiles végétales de *Dacryodes edulis* [9 ; 10] et des palmiers raphia [11], d'autre part.

II. MATERIEL ET METHODES

1. Matériel végétal et obtention de l'huile essentielle

Le matériel végétal est constitué de graines de AG et de graines de AO récoltées dans la zone de Boko, région faisant partie du plateau des cataractes. Les graines ont été séchées, broyées en petits grains puis distillées par deux procédés distincts : l'hydro-distillation (HD), procédé par lequel le matériel végétal baigne dans l'eau et la vapo-hydro-distillation (VHD), procédé par lequel le matériel végétal et l'eau ne sont pas en contact directement. Un dispositif de type cleverger a été utilisé dans les deux cas. La distillation a été réalisée pendant 3 heures. Les constituants volatils de la matière végétale ont été entraînés par la vapeur qui est ensuite condensée dans le réfrigérant. La phase organique issue de la distillation a été séparée de la phase aqueuse par extraction avec de l'éther diéthylique. La phase organique ainsi obtenue a été séchée sur du sulfate de sodium anhydre pour éliminer les traces d'eau et l'huile essentielle a été récupérée après évaporation de l'éther diéthylique.

2. Analyses GC-FID

L'analyse quantitative de l'huile essentielle a été réalisée au moyen d'un chromatographe en phase gazeuse Agilent, modèle 6890, équipé d'une colonne DB5 (20m x 0,18mm ; 0,18µm). La température du four était programmée à 50°C pendant 3,2 minutes puis augmentée jusqu'à 300°C à la vitesse de 10°C par minute, celle de l'injecteur était de 280°C. L'appareil était équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (FID). Les échantillons d'huile essentielle étaient dilués dans de l'acétone à 3,5% (V/V) et injectés en mode split (1/60), le dihydrogène a été utilisé comme gaz vecteur à

un débit de 1ml par minute et avec un volume d'injection de 1µl. Au même moment, une solution de n-alcanes (C8-C30) a été analysée dans les mêmes conditions pour calculer les indices de rétention (RI) en se référant à l'équation de Van den Dool [12]. Les concentrations relatives des composés ont été obtenues à partir des surfaces des pics obtenus par GC en utilisant des facteurs de correction.

3. Analyses GC-MS

L'analyse qualitative a été menée à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse Agilent, modèle 7890, couplé à un spectromètre de masse Agilent, modèle 5975, équipé d'une colonne DB5 (20m x 0,18mm ; 0,18µm). La température du four était maintenue à 50°C pendant 3,2 minutes puis augmente jusqu'à 300°C à la vitesse de 8°C par minute, celle de l'injecteur était de 280°C. L'ionisation a été réalisée par impact électronique à 70 eV. Le débit du gaz vecteur (Hélium) était réglé à 0,9 ml par minute. L'identification des composés a été réalisée par comparaison de leurs spectres de masse et de leurs indices de Kovats (KI) avec ceux des banques de données Adams [13], Nist [14], Köning [15] et ceux constitués au laboratoire.

4. Traitement statistique

Les données découlant de l'étude de la composition chimique ont été traitées par les méthodes de la statistique descriptive et de la statistique multi variée (ACP, CAH) en utilisant le logiciel XLSTAT de Addinsoft, qui est une macro commande de Excel microsoft.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

1. Caractérisation chimique des huiles essentielles de AO et AG

Trente et huit constituants ont été détectés et identifiés pour l'huile essentielle d'*Aframomum giganteum* (AG) obtenue par vapo-hydrodistillation (VHD). Ce sont essentiellement des monoterpènes hydrocarbonés comme l' α -pinène (3,31 %), le β -pinène (26,74 %), et le limonène (5,02 %) et des monoterpènes oxygénés comme le 1,8-cineole (22,38 %) et l' α -terpineole (4,97 %)). Un sesquiterpène hydrocarboné, le β -selinène (22,89%), complète la liste des constituants majeurs. L'huile essentielle de la même espèce extraite par hydrodistillation (HD) présente le

même profil chimique avec 27,0 % de teneur en β -selinène soit une augmentation de l'ordre de 15 %. Le β -pinène varie dans le sens inverse et passe de 26,74 à 22,54 %. La teneur des autres constituants majeurs varie très faiblement. Le procédé d'extraction a une incidence négligeable sur la qualité de l'huile obtenue. Les 32 autres constituants sont des mineurs (0,1 – 2 %) ou sont à l'état de traces (<0,1 %). Sur la proportion en composés monoterpéniques et sesquiterpéniques contenus dans les huiles essentielles de AG, ces résultats sont comparables à celles précédemment obtenus sur les graines de AG récoltés dans une autre région du Congo même si les teneurs en β -pinène sont légèrement plus faibles [16].

Sur les quarante constituants de l'huile essentielle d'*Aframomum albobviolaceae* (AO) extraite par vapo-hydrodistillation, quatre n'ont pas pu être identifiés. Contrairement à celle de AG, l'huile de AO est principalement constituée de sesquiterpènes. Les deux constituants majeurs sont le β -caryophyllène (23,71 %) et son oxyde (2,18 %), suivi par l' α -humulène (9,44 %) et le β -selinène (8,69 %) et une série de sesquiterpènes ayant des teneurs individuelles comprises entre 1 et 6 % : cypérene, guaïol, α -acoradiène, α -eudesmol. Le seul monoterpène présent, à une teneur individuelle significative, dans cette huile est le β -pinène (10,48 %). L'huile essentielle extraite par hydrodistillation présente le même profil chimique, mais avec une teneur en β -caryophyllène qui passe à 28,91 %, soit une augmentation de près de 18 %. Comme pour AG l'hydrodistillation de graines de AO favorise la sortie du premier constituant majeur de l'huile, le β -caryophyllène et que les autres majeurs varient plus faiblement. Il apparaît donc que, pour la même espèce, le facteur procédé d'extraction influence très peu la qualité de l'huile. Ngakegni et al. [16] ont présenté un profil chimique différent concernant les huiles essentielles des graines de AG récoltées dans une autre région du Congo avec 42,82% de β -pinène et 9,17% de β -caryophyllène comme composés majoritaires. Cette différence de profil chimique traduit certainement une variabilité de la composition chimique en fonction de la zone de récolte de la matière végétale. Voir Tableau 1 en Annexe.

2. Discrimination des huiles essentielles de AG et de AO

Pour affiner cette dissemblance observée à l'issue de l'analyse de la composition chimique, les outils statistiques comme les radar-plots, l'ACP et le CAH, construits sur douze constituants majeurs des huiles essentielles des deux espèces ont été utilisés (tableau 2 Voir Annexe). L'identité des radar-plots, 2 à 2 pour AG et AO (figure 1 Voir Annexe), mettent en évidence la similarité de la composition en constituant majeurs des huiles de chaque espèce obtenues par deux procédés différents.

Les différences des radar-plots de AG, d'une part et de AO d'autre part, mettent en évidence la dissimilarité quantitative entre les huiles des deux espèces étudiées (figure 1 voir annexe), malgré leur ressemblance qualitative observée dans le tableau 2 (Voir Annexe). Cette dissemblance est confirmée par l'ACP et la CAH. Le cercle de corrélation construit sur douze variables et expliquant 98,62 % de la variabilité des huiles étudiées (plan F1, F2) indiquent deux groupes de variables fortement corrélées entre elles : (i) : var 6, var11, et var 12 (sesquiterpènes) et (ii) : var1, var 2, var 3, var 4, var 5, var 8 et var 9 (monoterpènes). On constate également que les deux groupes sont anti corrélés, c'est-à-dire que dans une huile si la teneur en monoterpènes augmente celle de sesquiterpènes baisse et inversement (figure 2a Voir Annexe). On arrive aux mêmes conclusions en examinant le plan F1F3 (figure 2b Voir Annexe).

La répartition des individus dans les 2 premiers plans principaux (F1, F2 et F1, F3) discrimine parfaitement les 2 types d'huile (AO et AG), qui par ailleurs se retrouve du même bord lorsqu'elles sont extraites soit par hydrodistillation soit par vapo- hydrodistillation (figure 3).

La figures 4 (Voir Annexe), qui regroupe les informations sur les variables et sur les individus pour les premiers plans principaux, illustre parfaitement que AO est caractérisé par les sesquiterpènes (var 6, var11 et var 12) tandis que AG est caractérisé par les monoterpènes (var1, var 2, var3, var 4...) et que les var 7 et var 10 contribuent très peu à la caractérisation de ces deux huiles, qui finalement ont leur variabilité expliquée à 87,08 % par le premier axe principal F1 (Figure 3 Voir Annexe).

La CAH, par troncature automatique conduit à deux classes qui correspondent exactement aux

deux espèces d'*Aframomum* étudiées (figure 5, tableau 3 Voir Annexe). Le profil des huiles générées par le logiciel XLSTAT (figure 6 Voir Annexe) visualise parfaitement la différence au niveau quantitatif des 2 huiles pourtant identiques qualitativement avec une huile majoritairement constituée des monoterpènes (var<var5) et l'autre majoritairement constituée de sesquiterpènes (var>var5).

CONCLUSION

L'étude a montré que l'huile essentielle d'*Aframomum giganteum* est principalement constituée de monoterpènes, alors que celle d'*Aframomum alboviolaceae* est davantage plus riches en composés sesquiterpéniques. La dissemblance entre les deux types d'huiles a été clairement confirmée par les outils statistiques comme les radar-plots, l'ACP et le CAH. Partant du constat fait par Abondo et Anvam Zollo [4] selon lequel les graines auxquelles la médecine traditionnelle attribue des propriétés curatives ont leurs huiles essentielles majoritairement constituées des sesquiterpènes, l'huile essentielle de AO, plus riche en composés sesquiterpéniques serait plus intéressantes que celle de AG. Les huiles essentielles de AO, contenant 2/3 de sesquiterpènes et 1/3 de monoterpènes seraient plus adaptées sur le plan médicinal que celles des graines de AG constituées de 2/3 de monoterpènes et 1/3 de sesquiterpènes.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Ali C. Z. (2012). Etudes chimiques et biologiques d'*Aframomum sceptrum* (Zingiberaceae) et de la curcumine. Thèse Université Paris Sud - Paris XI.
- Jemings W. and Shibamoto T., (1980). Quantitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary chromatography. Academic Press New York.
- [2] Kœchlin J., (1965), La flore du Cameroun, Zingiberaceae museum National d'histoire naturelle, paris 42 -70.
- [3] Abondo. R., thèse de l'Université de Yaoundé, Cameroun. 1993
- [4] Abondo R, Anvam Zollo 1995 Valorisation des plantes aromatiques du genre *Aframomum* au Cameroun, Pharm. Méd. Trad. Afr. 81 -88
- [5] Mialoundama F., Nsika-Mikoko E., Loubelo E., Attibayeba, (2006). Potentiel des produits

forestiers non ligneux (PFNL), fonctionnement des filières actuelles et contexte légal au Congo Brazzaville. Rapport d'étude FAO, Brazzaville, 87p.

[6] Loumeto J J, (2010). Gestion et valorisation des PFNL au Congo : Revue bibliographique ; Consultation projet Forenet Brazzaville Congo. McLafferty F.W. and Stauffer D.B., (1989). *The Wiley NBS Registry of Mass Spectral Data*, 2ème Edition, J. Wiley and Sons, New York, NY

[7] Silou T., Loumouamou A.N., Makany A.R Dembi F., Figuéredo G. and Chalchat J. C. (2010). Multivariate Statistical analysis of the variability of essential oils from the leaves of *Eucalyptus torelliana* acclimatised in Congo-Brazzaville. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 13 (4) 2010 pp 503 - 514

[8] Silou T., Loumouamou A.N., Goténi S., Bopoundza C., Makany A.R., Figuéredo G, Chalchat J.C. (2012) Variability of Essential Oils from the Leaves of the Safou Tree *Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam in Congo-Brazzaville *Jeobp* 15 (1) pp 108 – 115

[9] Ondo-Azi S.A , Ella Missang C., and Silou T. 2009, Classification of *Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam by using morphological and physical characteristics of the fruits: a statistical approach *Forests, Trees and Livelihoods*, 19, 99–109

[10] Ondo-Azi S.A., Ella Missang C., Nsikabaka S., Silou T., and Chalchat J.C. (2014). Variation in physicochemical and morphological characteristics of safou (*Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam) fruits: Classification and identification of elite trees for industrial exploitation *Journal of Food, Agriculture & Environment* 12 (2): 212 - 217

[11] Silou T, Goteni S, Makondzo Mondako C, Malumba Mukaya A, Mampouya D et al. (2012). Oils from *Raphia* species from Congo basin: composition, biodiversity and quality. *Recent Progress in Medicinal Plant*, 34, 237-268

[12] Van Del Dool H., Kratz P.D., (1963). A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography, *J. Chromatograph.*, **11**, 463-471.

[13] Adams R.P., (1995). *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy*, Allured Publ. Corp., Carol Stream, IL .

[14] NIST: National Institute of Standards and Technology. PC Version 1.7 of The NIST/EPA/NIH Mass Spectra Library, Perkin-Elmer, Norwalk, CT, (2008). National Institute of Standards and Technology, NIST Chemistry WebBook, NIST Standard

[15] Köning WA, Hochmuth DH, Joulain D., (2001). Terpenoids and Related Constituents of Essential Oils. Library of Mass Finder 2.1. University of Hamburg, Institute of Organic Chemistry: Hamburg, Germany.

[16] Ngakegni-Limbili A.C., Zebib B., Cerny M., Tsiba G., Elouma Ndinga A.M., Mouloungui Z., Fourastier I., Ouamba J.M., (2013). *Aframomum stipulatum* (Gagnep) K. Schum and *Aframomum giganteum* (Oliv. & Hanb) K. Schum as Aroma Tincto Oleo Crops resources: essential oil, fatty acids, sterols, tocopherols, and tocotrienols composition of different fruit parts of Congo varieties. *J. Sci. Food Agric.* Jan 15;93(1): 67-75.

ANNEXE

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile essentielle extraite des graines d'Aframomum giganteum et d'Aframomum olboviolaceae par VHD et HD

Constituants	Tr*	IRc**	IRlit***	Aframomum giganteus		Aframomum alboviolaceae	
				VHD	HD	VHD	HD
				Teneurs (%)			
alpha-thujene	9,862	926	929	0,05	0,04	-	0,01
α -pinene	10,132	934	939	3,31	2,61	0,79	1,02
camphene	10,714	950	950	0,07	0,06	0,03	0,03
sabinene	11,528	973	975	0,44	0,48	0,09	0,14
β -pinene	11,748	980	979	26,74	22,54	10,48	11,40
myrcene	12,092	989	991	0,39	0,39	0,15	0,13
α -phellandrene	12,677	1006	1003	0,13	0,10	0,03	0,02
α -terpinene	13,039	1017	1017	0,12	0,09	0,06	0,05
<i>p</i> -cymene	13,309	1025	1025	0,21	0,21	0,15	0,13
limonene	13,482	1031	1029	5,02	4,57	1,31	0,71
1,8-cineole	13,628	1035	1031	22,38	21,89	2,33	1,35
γ -terpinene	14,417	1059	1060	0,43	0,38	0,47	0,41
terpinolene	15,294	1086	1089	0,27	0,17	0,33	0,12
linalol	15,752	1099	1097	0,06	0,04	0,05	0,03
exo-fenchol	16,399	1121	1122	0,04	0,03	0,05	0,02
<i>trans</i> -pinocarveol	17,069	1143	1139	0,05	0,05	0,05	0,05
pinocarvone	17,718	1164	1165	0,08	0,08	0,17	0,20
delta-terpineol	17,954	1172	1166	0,26	0,26	0,04	0,02
terpinen-4-ol	18,262	1182	1177	0,33	0,24	0,20	0,12
α -terpineol	18,72	1197	1189	4,97	4,91	0,38	0,09
thymol, methyl ether	19,626	1229	1235	0,05	0,6	0,43	-
carvacrol methyl ether	19,891	1239	1245	0,17	0,19	0,09	0,06
carvone	20,079	1246	1243	0,14	0,15	0,10	0,02
cyperene	24,42	1407	1399	0,11	0,33	5,58	-
α -gurjunene	24,519	1412	1410	0,04	0,05	-	0,31
β -caryophyllene	24,803	1423	1419	0,72	0,82	23,71	28,91
α -guaiene	25,452	1449	1440	1,22	1,40	0,99	0,80
α -humulene	25,501	1461	1455	-	-	9,44	11,65
α -acoradiene	26,05	1478	1466	-	-	1,75	1,85
β -selinene	26,471	1491	1490	22,89	27,05	8,69	4,40
valencene	26,602	1496	1496	1,77	2,08	0,69	0,33
α -muurolene	26,668	1499	1500	0,33	0,39	-	-
germacrene A	26,96	1511	1509	0,33	0,40	-	-
γ -cadinene	27,243	1523	1514	0,45	0,53	0,97	1,10
oxyde de caryophyllene	28,715	1586	1583	0,09	0,12	2,16	3,58
guaïol	29,324	1600	1601	-	-	2,20	2,72

α -muurolol	30,143	1650	1646	0,05	0,03	-	-
α -eudesmol	30,344	1659	1654	0,22	0,27	1,22	1,13
bulnesol	30,578	1670	1672	0,36	-	-	-
cadalene	30,77	1678	1674	0,13	-	-	-
Total				88,30	87,05	77	81

*Tr : temps de rétention ; ** IRc : indice de rétention calculé ; ***IRlit : indice de rétention littérature (théorique)

Tableau 2 : Composition comparée des huiles essentielles d'*Aframomum giganteum* et *Aframomum obloviolaceae* sur 12 constituants majeurs communs

Code	Constituants	<i>Aframomum giganteum</i>		<i>Aframomum alboviolaceae</i>	
var 1	alpha-pinene	3,31*	2,61**	0,79*	1,02**
var 2	beta-pinene	26,74	22,54	10,48	11,4
var 3	limonene	5,02	4,57	1,31	0,71
var 4	1,8-cineole	22,38	21,89	2,33	1,35
var 5	alpha-terpineol	4,97	4,91	0,38	0,09
var 6	caryophyllene <E->	0,72	0,82	23,71	28,91
var 7	alpha-guaiene	1,22	1,4	0	0,8
var 8	beta-selinene	22,89	27,05	8,69	4,4
var 9	valencene	1,77	2,08	0,69	0,33
var 10	gamma-cadinene	0,45	0,53	0,97	1,1
var 11	oxyde de caryophyllene	0,09	0,12	2,16	3,58
var 12	alpha-eudesmol	0,22	0,27	1,22	1,13

* teneurs des constituants majeurs par VHD

** teneurs des constituants majeurs par HD

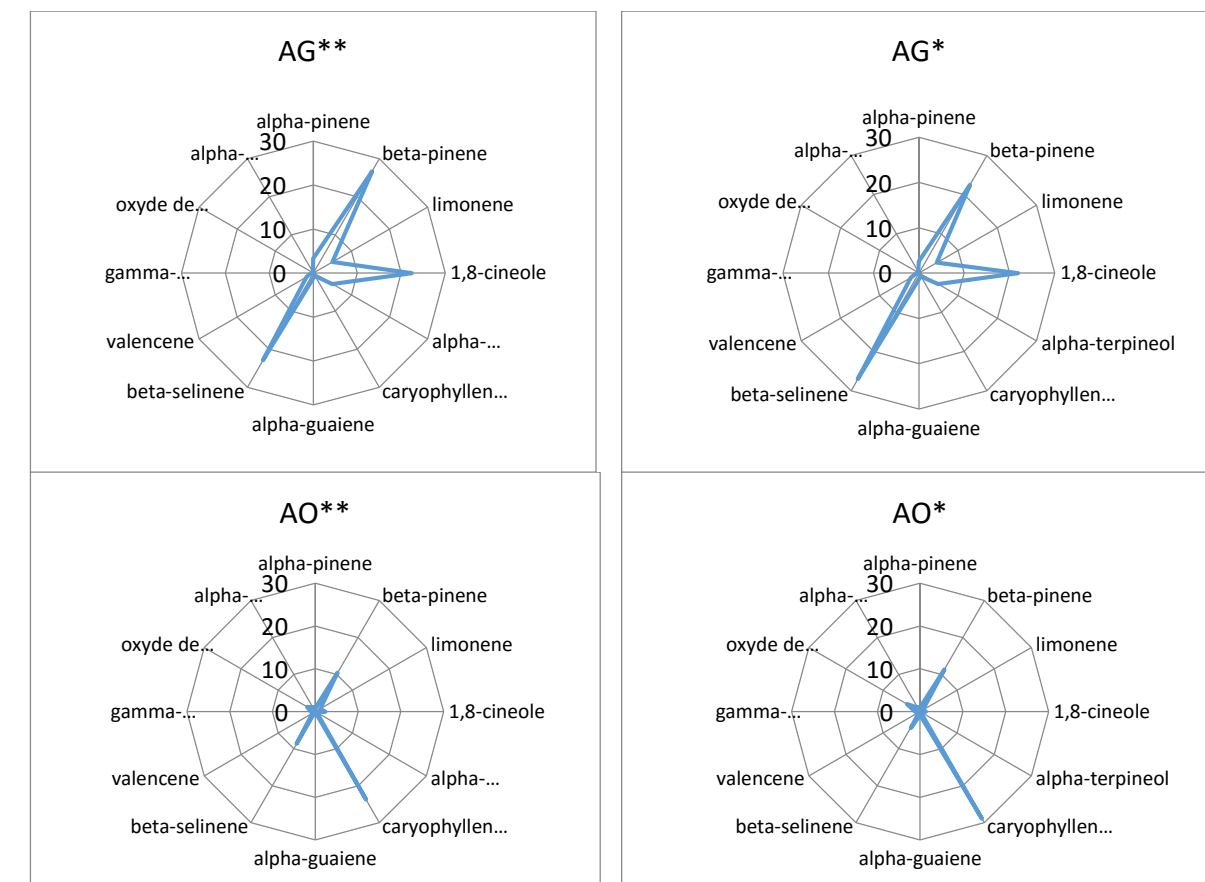


Figure 1 : Morphogrammes des huiles essentielles de AG et AO

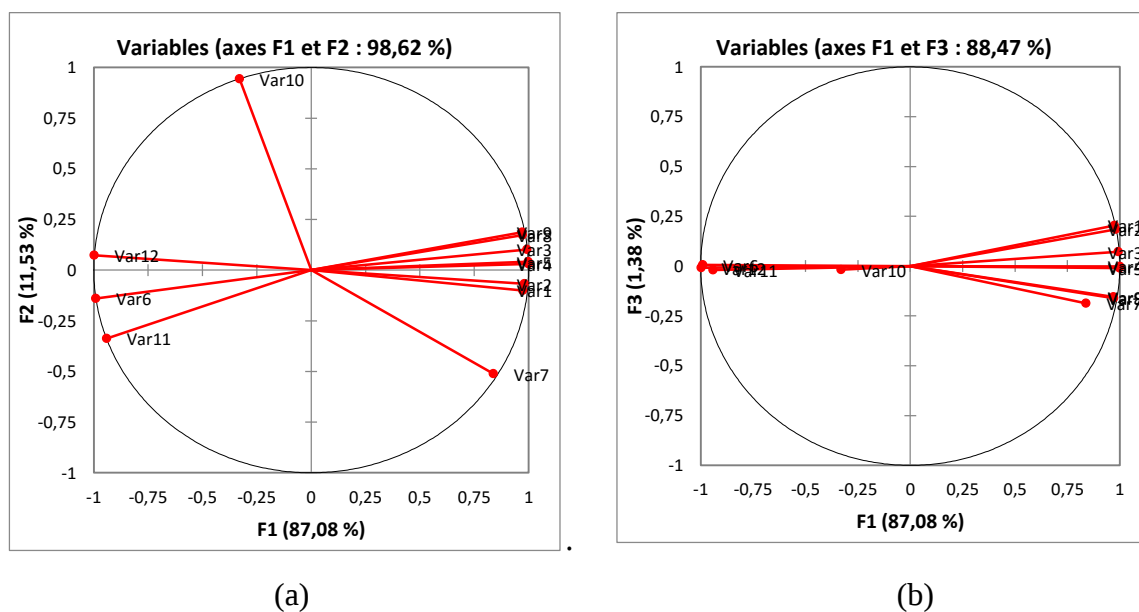


Figure 2 : Cercle de corrélation de 12 variables caractérisant les 2 types d'huiles étudiées en ACP dans le premier plan principal (F1, F2)

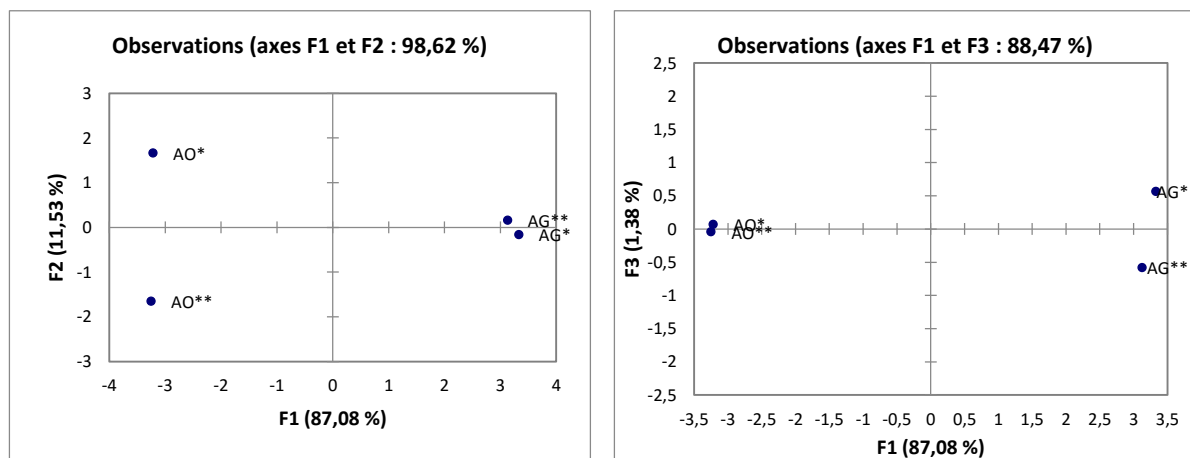


Figure 3 : Répartition des 2 types d'huiles étudiées en ACP dans le premier plan principal (F1, F2)

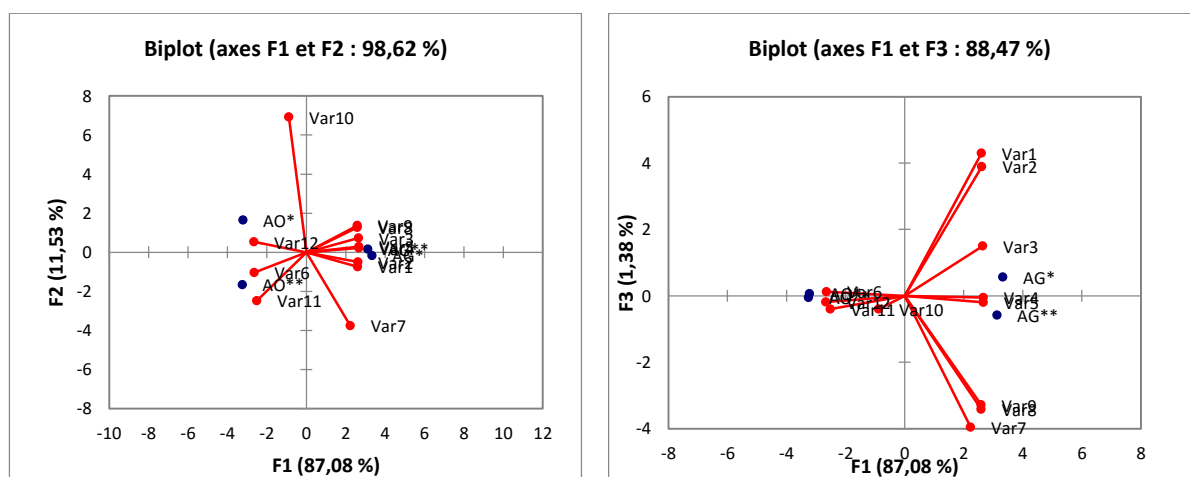


Figure 4 : Biplots variables/observations des 2 types d'huiles étudiées.

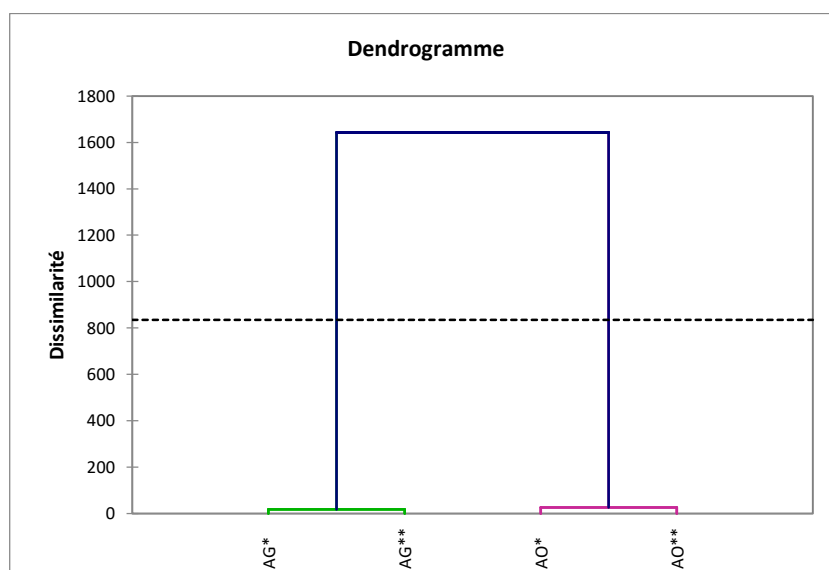


Figure 5 : Dendrogramme des huiles essentielles de AG et AO étudiés.

Tableau 3 : Répartition automatique par classe des huiles essentielles de AG et AO.

Observation	Classe
AG*	1
AG**	1
AO*	2
AO**	2

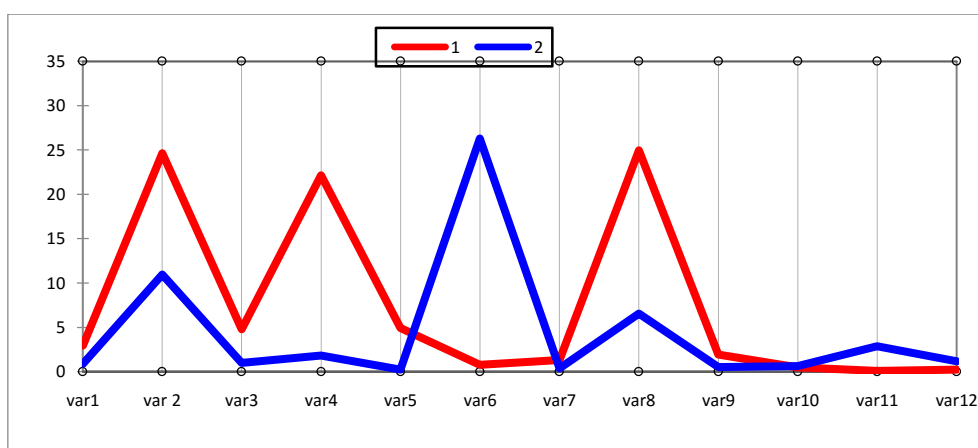


Figure 6 : Profil des 2 classes (espèces) d'huiles essentielles étudiées : AG (1), AO (2)