

Caractérisation physicochimique et profil chimique de l'huile essentielle d'*Elionurus Hensii* du Congo Brazzaville

Aubin Nestor LOUMOUAMOU^{1,2*}, Kévin BIKINDOU^{1,2}, Aristide Herlyn Wilfred NAKAVOUA^{1,2}, Lucie Carine MALONDA^{1,2}, Thomas SILOU^{1,3}, Pierre CHALARD^{4,5} et Gilles FIGUEREDO⁶

¹ Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et des Techniques, Equipe Pluridisciplinaire de Recherche en Alimentation et Nutrition (EPRAN), BP 389, 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), Brazzaville, CONGO

⁴ SIGMA Clermont, Université Clermont Auvergne, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France

⁵ Institut de Chimie de Clermont-Ferrand, CNRS, UMR 6296, F-63178 Aubière, France

⁶ Laboratoire d'Analyse des Extraits Végétaux et des Arômes (LEXVA), Biopole, Clermont-Limagne, Saint-Beauzire, France

* Correspondance, courriel : aubinnestor@yahoo.fr

Résumé

Cette recherche vise à réaliser l'étude de la variation saisonnière des caractéristiques physico-chimiques et de la composition chimique des extraits volatils d'*Elionurus hensii*. Les échantillons d'huile essentielle, obtenus par entraînement à la vapeur de la matière végétale (partie aérienne et racines) récoltée à différentes périodes de l'année, ont été analysés par GC et GC-MS. Les caractéristiques physicochimiques, comme la densité, l'indice d'acide et le pouvoir rotatoire, ont été déterminées suivant les normes AFNOR. Le traitement statistique des données issues de l'analyse de la composition chimique de 15 échantillons d'huile essentielle, par l'Analyse en Composante Factorielle (ACP), la Classification Hiérarchique Ascendante (CAH) et le t-test de student, a permis d'identifier différents profils chimiques. L'huile essentielle de la partie aérienne présente un profil chimique à *p*-menthadiénols majoritaires (*cis* et *trans-p*-mentha-2,8-dièn-1-ol, *cis* et *trans-p*-mentha-1(7), 8-dièn-2-ol) permanent toute l'année et un profil à limonène majoritaire (12,83 % - 20,47 %) pour certains échantillons. L'huile essentielle des racines présentent également deux profils chimiques : un profil à limonène majoritaire (20,21 % - 30,44 %) et un autre à aristolone majoritaire (38,77 % - 49,02 %). Les caractéristiques physico-chimiques varient très peu et leurs valeurs sont conformes à celles des huiles essentielles de la plupart des autres espèces. La mesure du pouvoir rotatoire a permis de constater que l'huile essentielle de la partie aérienne est dextrogyre et celle des racines est lévogyre, ce qui constitue une indication majeure pour le contrôle qualité de cette huile.

Mots-clés : *Elionurus hensii*, profil chimique, caractéristiques physicochimiques, *p*-menthadiénols, aristolone.

Abstract

Physicochemical characterization and chemical profile of *Elionurus Hensii* essential oil from Congo Brazzaville

This research aims to study the seasonal variation of the physico-chemical characteristics and the chemical composition of the volatile extracts of *Elionurus hensii*. The samples of essential oil, obtained by steam distillation of the plant matter (aerial part and roots) harvested at different periods of the year, were analyzed by GC and GC-MS. The physico-chemical characteristics, such as the density, the acid index and the rotatory power, determined according to AFNOR standards, were determined according to AFNOR standards. The statistical processing of data from the analysis of the chemical composition of 15 essential oil samples by Factor Component Analysis (ACP), Ascending Hierarchical Classification (HAC) and student t-test led to identify different chemical profiles. The essential oil of the aerial part showed a chemical profile rich in *p*-menthadienol isomers (*cis* and *trans-p*- mentha-2,8- dién-1- ol, *cis* and *trans-p*- mentha-1 -dién- 2-ol) permanent throughout the year and another majority limonene profile (12.83 % -20.47 %) for some samples. The essential oil of the roots also presented two chemical profiles : a majority limonene profile (20.21 % -30.44 %) and a majority aristolone profile (38.77 % - 49.02 %). The physico-chemical characteristics have changed little and their values are in line with those of the essential oils of most other species. Measurement of the rotatory power revealed that the essential oil of the aerial part is dextrogyre and that of the roots is levogyre, which is a major indication for the quality control of this oil.

Keywords : *Elionurus hensii*, chemical profile, physicochemical characteristics, *p*-menthadienol, aristolone.

1. Introduction

Le genre *Elionurus* (famille des poacées) compte environ une vingtaine d'espèces et *Elionurus hensii* est l'une des espèces du genre *Elionurus* qui ne pousse uniquement qu'en Afrique, contrairement aux espèces du même genre qui peuvent avoir une distribution plus large sur deux ou trois continents. Elle a précisément été identifiée en région tropicale notamment au Congo, au Gabon, en RDC et en Angola où elle pousse de manière spontanée [1]. Au Congo-Brazzaville, la répartition géographique de cette espèce semble être circonscrite à la zone du plateau des cataractes, dans le département du pool. Les populations paysannes, qui utilisent l'espèce sous forme de boisson théiforme pour soulager les courbatures, lui attribuent des « vertus antalgiques » ; ce qui justifie son appellation « tikoni » qui signifie douleur en langue vernaculaire. Cependant, l'espèce est très peu étudiée et les seuls résultats disponibles portent justement sur *Elionurus hensii* du Congo-Brazzaville. L'huile essentielle de la partie aérienne (tiges et sommités fleuries) présente une composition chimique différente de celle des racines. La partie aérienne est riche en alcools monoterpéniques et les isomères du *p*-menthadiénol comme le *cis* et *trans-p*- mentha-2,8-dièn-1-ol et le *cis* et *trans-p*-mentha-1(7),8-dièn-2-ol sont les principaux composés majeurs [2]. Ce profil chimique diffère de celui des autres espèces d'*Elionurus* qui ont été étudiées notamment *Elionurus muticus* qui est plutôt riche en gèranial et néral pour l'espèce du Zimbabwe [3] et en β -caryophyllène, spathulénol et camphène pour l'espèce du Brésil [4]. Les feuilles d'*Elionurus elegans* sont riches en camphérenone, oxyde de caryophyllène et bisabolone [5]. Les racines sont plutôt riches en composés sesquiterpéniques dont le principal est l'aristolone [2, 6]. Ces premières études ont porté sur des analyses ponctuelles des huiles dont la matière végétale a été récoltée à une seule période et sur un seul site. En conséquence, ces résultats ne permettent pas de circonscrire la variabilité possible du profil chimique en fonction des variations climatiques et de la nature du sol comme c'est le cas pour certaines espèces. En effet, les caractéristiques physico-chimiques et la composition chimique peuvent varier en fonction des facteurs exogènes comme la nature et le climat [7, 8], ce qui est

susceptible de modifier les effets biologiques notamment les « vertus antalgiques » attribuées à cette plante. Dans la perspective de l'intégration de cette espèce dans la filière huile essentielle par les populations paysannes, les aspects liés au contrôle de la qualité et à la traçabilité de cette huile nécessitent la maîtrise des caractéristiques physico-chimiques et des constituants chimiques qui peuvent varier en fonction de ces facteurs exogènes. Cette étude vise donc à déterminer la composition chimique et les caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle d'*Elionurus hensii* en fonction de la période de récolte et de la nature du sol. Cette étude devrait ainsi contribuer à valoriser davantage cette espèce dans les zones où elle pousse.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel

Le matériel végétal constitué des parties aériennes (tiges, feuilles et fleur) et des racines a été récolté dans la zone du plateau des cataractes (district de Loungui, Département du pool, République du Congo) sur trois sites, Loufoulakari (L), Campus rural (C) et Sese (S), et à différentes périodes de l'année 2015, février (f), mai (m), juillet (j), novembre (n) et décembre (d). Ces périodes de récolte correspondent à des périodes de réduction drastique des précipitations (mai et juillet) et à des périodes de fortes pluies (novembre et décembre). Les niveaux de précipitation dans la zone du Plateau des Cataractes sont en moyenne de 2 mm en saison sèche et 250 mm en saison des pluies. En outre, les sites de Loufoulakari et de Campus Rural sont sur un terrain argileux, alors que le site Sésé est situé sur un sol sablonneux.

2-2. Extraction de l'huile essentielle

Après séchage de la matière végétale pendant 8 jours à l'ombre, l'huile essentielle a été obtenue par distillation à la vapeur à l'aide d'un appareil de type Clevenger [9]. A chaque fois, 300 g de matière végétale constituée soit de racines, soit d'un mélange de tiges, feuilles et jeunes fleurs (partie aérienne), sont placés dans le réservoir de 1 L qui surmonte le ballon de 1 L contenant 500 mL d'eau. La distillation est réalisée pendant 3 heures. La phase organique issue de la distillation est séparée de la phase aqueuse par extraction avec de l'éther diéthylique. La phase organique ainsi obtenue est séchée sur du sulfate de sodium anhydre pour éliminer les traces d'eau et l'huile essentielle est récupérée après évaporation de l'éther diéthylique.

2-3. Détermination des caractéristiques physico-chimiques

Les caractéristiques physico-chimiques comme l'indice d'acide (Ia), l'indice de réfraction (η), la densité relative (d) et le pouvoir rotatoire (α) ont été déterminées suivant les normes AFNOR [10]

2-4. 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 (20 m x 0,18 mm ; 0,18 μ m). 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 1 mL par minute et avec un volume d'injection de 1 μ L. 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 [11]. Les concentrations relatives des composés ont été obtenues à partir des surfaces des pic obtenus par GC en utilisant des facteurs de correction.

2-5. 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 (20 m x 0,18 mm ; 0,18 μ m). 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 est 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 [12 - 14] et ceux constitués au laboratoire. 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.

3. Résultats et discussion

3-1. Teneur en huile essentielle

Les résultats des extractions des échantillons récoltés à différentes périodes de l'année montrent que les teneurs en huile essentielle sont plus importantes en période de grande pluviométrie, novembre et décembre (**Tableau 1**). La matière végétale récoltée en décembre fournit des teneurs moyennes de plus de 2,5 % pour la partie aérienne et de plus de 1,5 % pour les racines.

Tableau 1 : Teneur en huile essentielle d'*Elionurus hensii*

Période de récolte	Partie de la plante					
	Partie aérienne			Racines		
	L	C	S	L	C	S
Février	2,03	1,32	1,39	0,96	1,13	1,41
Mai	0,88	0,96	1,15	0,64	1,18	0,80
Juillet	0,82	0,96	0,98	1,10	1,43	0,61
Novembre	2,38	2,21	2,30	1,27	1,95	0,93
Décembre	2,90	2,91	2,33	2,10	1,20	1,87

L : loufoulakari; *C* : campus rural; *S* : sésé.

En période de plus grande pluviométrie, les teneurs dépassent 2 % sur les trois sites de récolte et la teneur maximale de l'ordre de 2,9 % est enregistrée en décembre pour les échantillons de la partie aérienne. L'effet hydrique sur la production d'huile essentielle par la plante est manifeste puisque les teneurs les plus faibles sont observées en mai et juillet aussi bien pour la partie aérienne que pour les racines. Ces teneurs ont également été observées antérieurement [2, 6]. La nature du sol influence très peu la production d'huile essentielle par la plante. En effet, les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les échantillons des trois sites de récolte. Avec une teneur moyenne de 2 %, *Elionurus hensii* est une espèce intéressante pour une production artisanale d'huile essentielle, bien que certaines espèces exploitées commercialement produisent des teneurs de l'ordre de 5 à 6 % [15, 16].

3-2. Caractéristiques physicochimiques

Les données sur les caractéristiques physicochimiques sont présentées dans les **Tableaux 2 et 3**. La densité relative mesurée de l'huile essentielle par rapport à l'eau distillée est inférieure à l'unité (densité relative

de l'eau). L'huile essentielle d'*Elionurus hensii* est donc comme la majorité des huiles essentielles moins dense que l'eau. Les indices de réfraction obtenus varient entre 1,4570 et 1,4821 pour l'huile de la partie aérienne et entre 1,4616 et 1,4924 pour l'huile obtenue à partir des racines. L'huile essentielle de la partie aérienne et celle des racines contiennent des constituants qui réfractent la lumière. Un indice de réfraction faible, comme c'est le cas avec nos huiles, indiquent une faible réfraction de la lumière, ce qui constitue une donnée intéressante pour leur utilisation en cosmétologie [17].

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle de la partie aérienne

Période	Densité			n ²⁰ _D			[α] _D			I _a		
	L	C	S	L	C	S	L	C	S	L	C	S
Février	0,878	*	*	1,4689	1,4570	1,4710	1,0108	1,1187	1,0231	8,97	*	16,83
Mai	0,906	0,90	0,895	1,4762	1,4757	1,4712	0,4661	0,3977	0,4473	6,73	10,66	*
Juillet	*	0,89	0,900	1,4732	1,4725	1,4737	0,3860	0,4441	0,4011	*	4,48	3,92
Novembre	0,906	0,92	0,895	1,4791	1,4821	1,4763	0,9121	0,5786	0,4167	5,04	11,78	5,04
Décembre	0,890	*	*	1,4665	1,4779	1,4698	1,1470	1,0032	1,1201	18,51	*	*

n²⁰_D: Indice de réfraction ; [α]_D: Pouvoir rotatoire ; I_a: Indice d'acide ; I_e: Indice d'ester.

Le pouvoir rotatoire [α]_D donne des informations sur la déviation de la lumière polarisée des constituants contenus dans l'huile essentielle. Les résultats des **Tableaux 2 et 3** montrent que : (i) l'huile essentielle de la partie aérienne est dextrogyre (déviations de la lumière à droite du plan), par contre (ii) celle des racines est lévogyre (déviations de la lumière à gauche). Ce constat est valable pour toutes les périodes de récolte et sur les trois sites de récolte. La différence de profil chimique entre l'huile des racines et celle issue des feuilles justifie ce résultat. Le pouvoir rotatoire peut constituer une caractéristique physique importante pour le contrôle qualité de cette huile en distinguant nettement l'huile des racines de celle de la partie aérienne. Les indices d'acide élevés laissent supposer une certaine instabilité de l'huile essentielle explicable par les conditions de conservation. Le fait qu'il s'est écoulé un temps relativement long entre l'obtention de l'huile essentielle et la mesure des indices peut être la cause.

Tableau 3 : Caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle des racines

Période	Densité			n ²⁰ _D			[α] _D		
	L	C	S	L	C	S	L	C	S
février	*	*	*	1,4924	1,4616	1,4897	-0,0544	-0,4727	-0,3736
mai	*	*	*	1,4786	1,4781	1,4838	-0,1346	-0,4344	-0,5646
juillet	*	*	*	*	1,4791	1,4809	-0,2007	-0,7816	-0,1074
novembre	*	*	0,88	1,4699	1,4682	1,4711	-0,8036	-0,7322	-0,9006

C : campus rural; L : loufoulakari; S : sésé.

3-3. Composition chimique

3-3-1. Profil chimique de la partie aérienne

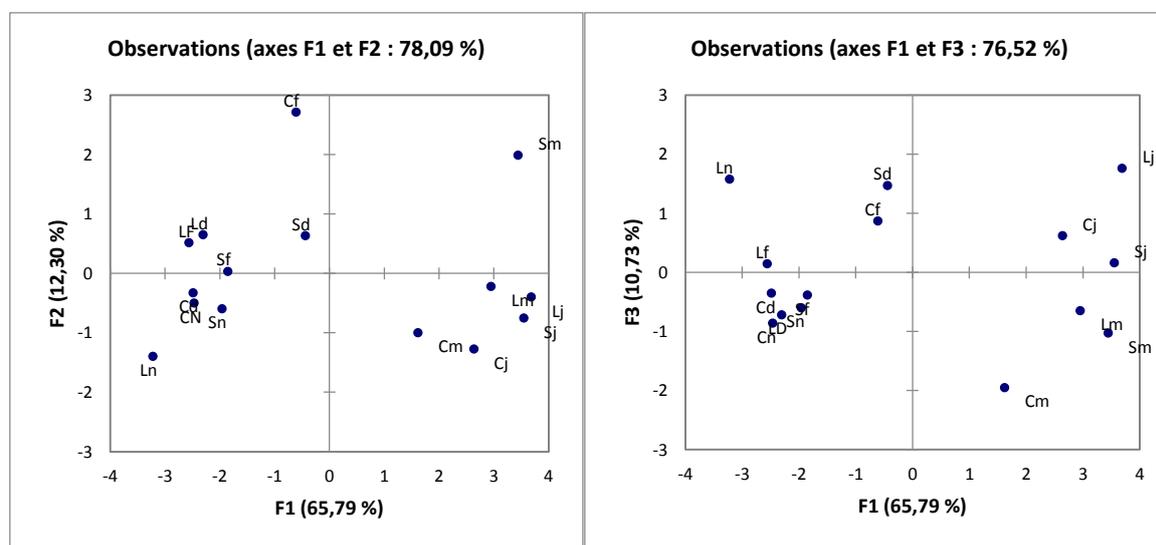
L'analyse en GC-MS de 15 échantillons a permis d'identifier une cinquantaine de composés. Cependant, pour déterminer les profils chimiques, l'étude s'est limitée aux composés majeurs (teneur ≥ 5 %) qui représentent 70 à 80 % de l'huile essentielle.

Tableau 4 : Composition (%) en constituants majeurs de l'huile essentielle

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Lf	2,28	16,99	10,47	5,57	10,45	4,04	12,3	3,13	1,32	1,29
Lm	2,41	2,21	6,1	4,52	20,83	7,46	18,81	7,75	4,53	3,35
Lj	1,6	3,21	5,32	3,85	18,57	5,71	16,46	10,14	7,12	5,3
Ln	1,25	19,28	16,22	6,39	12,89	1,83	13,52	3,52	1,97	3,19
Ld	2,64	16,8	9,06	6,12	10,93	4,33	12,66	3,44	3,1	0
Cf	4,94	11,2	6,51	4,7	11,22	3,87	11,21	5,65	2,43	2,16
Cm	1,6	4,7	7,76	5,44	20,91	7,26	19,01	6,48	4,6	0,97
Cj	1,34	2,37	6,22	4,62	19,94	3,87	21,37	7,71	5,69	3,11
Cn	1,34	20,47	11,45	6,13	12,75	5,79	13,03	3,45	2,01	1,07
Cd	1,16	15,85	10,65	5,84	11,02	4,65	12,74	2,98	1,96	0,82
Sf	2,29	12,83	10,09	6,32	12,15	5,1	14,02	3,36	1,87	2,02
Sm	6,07	2,09	6,16	4,56	20,16	7,5	19,01	9,03	5,5	2,9
Sj	1,64	1,33	5,8	4,47	20,34	6,76	18,21	9,03	7,07	3,78
Sn	2,14	14,85	13,57	6,5	13,35	6,16	14,43	3,45	2,02	2,68
Sd	2,67	10,32	8,34	5,26	11,29	4,53	12,95	5,01	3,18	4,34

I : Camphène ; II : Limonène ; III : Trans-para mentha-2,8-diène-1-ol ; IV : Cis-para mentha-2,8-diène-1-ol ; V : Trans-para mentha-1(7),8-diène-2-ol ; VI : Trans-carvéol ; VII : Cis-para mentha-1(7),8-diène-2-ol ; VIII : Undécane-2-one ; IX : Tridécan-2-one ; X : Intermédole.

L'analyse en composantes principales (ACP), réalisée à partir des données reportées dans le **Tableau 4**, donne une représentation des échantillons dans les plans F1F2 (78,08 % d'informations) et F1F3 (76,52 % d'informations), ce qui permet d'identifier les tendances concernant les profils chimiques (**Figure 1**).

**Figure 1 : Répartition des échantillons par ACP**

Dans le plan F1F2 (**Figure 1**) on observe un groupe constitué des échantillons Cn, Sn, Cd, Sf, Lf et Ld dont on peut supposer qu'ils présentent un comportement similaire (en terme de composition chimique) et un second groupe d'échantillons Lm, Sj et Lj dont le comportement peut également être considéré comme similaire. Dans le plan F1F3, on observe un groupement des échantillons Cd, Cn, Sn, Sf, Ld et Lf et un autre groupement des échantillons Lm, Sm, Sj et Cj. Par ailleurs, la classification hiérarchique ascendante (**Figure 2**) présente 3 groupes (ou classes) pour un niveau de dissimilarité inférieur à 200.

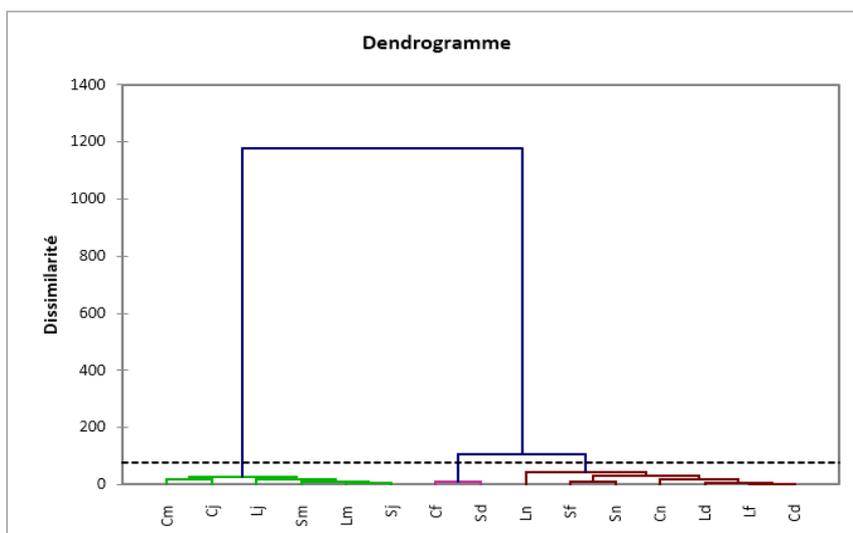


Figure 2 : Différentes classes des huiles essentielles de la partie aérienne générées par CAH

Le **Tableau 5** regroupe les échantillons par classe et précise le profil chimique en composants majeurs de chaque classe.

Tableau 5 : Répartition des échantillons par classe générée par CAH et profils chimiques en composés majeurs (partie aérienne)

Classe	1	2	3
Echantillons (individus)	Lf Ln Ld Cn Sf Sn	Lm Lj Cm Cj Sm Sj	Cf Sd
<i>p</i> -menthadiénols (%)	38,77 - 49,02	44,20 - 53,12	33,74 - 37,84
limonène (%)	12,83 - 20,47	1,33 - 4,7	10,32 - 11,2

Le deuxième groupe (classe 2) semble être plus homogène que le premier groupe (**Figure 2**). En examinant les profils chimiques des individus de chaque classe, et en se limitant aux *p*-menthadiénols et au limonène qui sont les principaux majeurs, les données du **Tableau 5** montrent que : (i) les échantillons de la classe 1 ont un profil riche en *p*-menthadiénols et la teneur en limonène, également assez significative, est comprise entre 12,83 % et 20,47 % ; (ii) les échantillons de la classe 2 présentent également un profil chimique riche en isomères du *p*-menthadiénols mais avec des faibles teneurs en limonène (1,33 % et 4,7 %) ; (iii) les échantillons de la classe 3 sont riches en *p*-menthadiénols et ils ont une teneur en limonène comprise entre 10,32 % et 11,2 %. Cependant, la différence entre la classe 1 et la classe 3 n'est pas significative. En effet, les individus des deux classes ont une teneur en limonène supérieure à 10 % (dans l'hypothèse où le limonène influence de façon notoire le profil chimique). En plus, la classe 3 ne regroupe que deux individus ; statistiquement il est donc peu probable d'avoir une comparaison significative. Les individus des classes 1 et 3 peuvent donc être regroupés en une seule classe. Par ailleurs, le t-test de student montre que la différence entre les classes 1 et 2 est significative. La valeur de t pour le limonène est égale 3,36 et celle des *p*-menthadiénols cumulés est de 0,50 pour un t-théorique (donné par les abaques) de 2,20. C'est bien le limonène qui discrimine les deux classes car son t-calculé est supérieur au t-théorique. La teneur globale des quatre

isomères est toujours plus importante tout au long de l'année par rapport à celle du limonène. Cependant, en considérant les constituants majoritaires de manière individuelle (**Tableau 4**), le limonène est le constituant majoritaire dans l'huile des échantillons Cn, Ln, Cd et Ld. Il est donc probable qu'en augmentant le nombre d'échantillons, ce profil devrait être largement confirmé.

3-3-2. Profil chimique des racines

La composition chimique (limitée aux composés ayant une teneur $\geq 5\%$) des 15 échantillons des racines reportées dans le **Tableau 6** montre que l'aristolone et le limonène sont les deux principaux composés majeurs de l'huile essentielle des racines.

Tableau 6 : Composition (%) en constituants majeurs des huiles essentielles des racines

	limonène	1,8-cinéole	undécane	β -gurginène	intermédeol	aristolone
Lf	9,73	0	2,63	4,59	2,66	42,23
Lm	22,8	0	5,86	6,3	5,04	18,3
Lj	11,42	0	4,33	4,16	9,63	46,98
Ln	30,44	0	6,2	4,71	3,03	14,08
Ld	12,22	0	1,97	4,1	4,5	48,11
Cf	8,75	0	0,8	9,98	1,6	44,55
Cm	28,75	0	4,35	3,26	2,42	31,55
Cj	17,99	0	4,67	2,37	7,61	37,12
Cn	21,62	0	4,92	4,04	1,25	30,89
Cd	9,73	0	1,38	5,58	0,83	55,37
Sf	9,73	5,5	1,38	6,19	1,47	41,78
Sm	18,41	2,48	4,85	4,43	5,91	32,29
Sj	20,34	8,15	4,4	7,4	2,67	15,71
Sn	20,21	3,49	7,09	5,84	0	16,15
Sd	6,54	1,62	1,41	5,86	0	55,54

La classification hiérarchique ascendante permet d'identifier trois groupements d'individus (**Figure 3**) dont les teneurs en composés majoritaires sont données dans le **Tableau 7**: (i) les individus de la classe 1 sont riches en aristolone (42,23 % - 55,54 %) et la teneur en limonène est faible (6,54 % - 12,22 %) ; (ii) les individus de la classe 2 sont plus riches en limonène (20,21 % - 30,44 %), et moins riches en aristolone (14,08 % - 18,3 %) ; (iii) les individus de la classe 3 ont une teneur en limonène variant entre 18,41 % et 28,75 % et sont riches en aristolone avec une teneur comprise entre 30,89 % et 37,12 %.

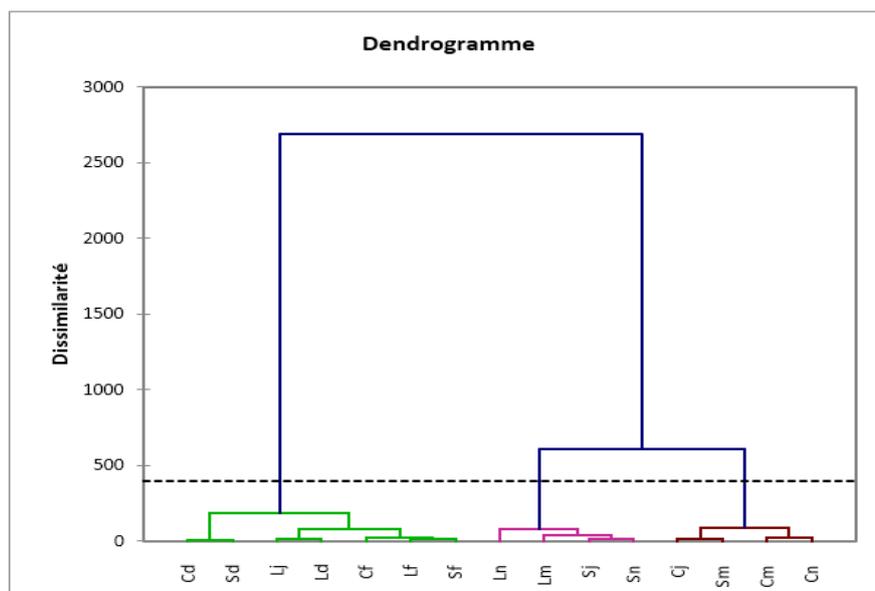


Figure 3 : Différentes classes des huiles essentielles des racines générées par CAH

Ces résultats permettent d'identifier un autre profil chimique à limonène majoritaire concernant l'huile essentielle des racines d'*Elionurus hensii*. Les résultats des travaux antérieurs [2, 6] qui ont montré que l'aristolone était le composé majoritaire dans les racines sont donc à relativiser, car les données montrent que, pour certains échantillons, le limonène est le composé majoritaire.

Tableau 7 : Teneur en composés majeurs des échantillons de chaque classe (racines)

Classe	1	2	3
Individus	Lf Lj Ld Cf Cd Sf Sd	Lm Ln Sj Sn	Cm Cj Cn Sm
% limonène	6,54 - 12,22	20,21 - 30,44	18,41 - 28,75
% aristolone	42,23 - 55,54	14,08 - 18,3	30,89 - 37,12

Les profils chimiques observés pour *Elionurus hensii* sont complètement différents de ceux des autres espèces du même genre. Le profil à *p*-menthadiénols n'est identifié que dans les parties aériennes de cette espèce. Cependant le profil à aristolone majoritaire est également retrouvé dans l'huile essentielle d'*Elionurus muticus* dans laquelle la teneur en aristolone atteint 72 % [3]. Par ailleurs les isomères *cis* et *trans-p*-mentha-2,8-dièn-1-ol et *cis* et *trans-p*-mentha-1(7),8-dièn-2-ol ont été identifiés à des teneurs comparables dans huiles essentielles des espèces du genre *Cymbopogon* notamment le *Cymbopogon giganteus* (respectivement 26,7 % - 27,6 % et 31,7 % - 49,3 %) et le *Cymbopogon densiflorus* (respectivement 22,4 % et 11,1 %) [18]. Les huiles essentielles de ces deux dernières ayant des activités biologiques confirmées [18, 19], il est fort probable que l'évaluation des activités biologiques de l'huile essentielle d'*Elionurus hensii* puisse également produire des résultats intéressants.

4. Conclusion

La teneur moyenne en huile essentielle de 2 % fait d'*Elyonurus hensii* est une espèce intéressante pour une production artisanale d'huile essentielle. Les caractéristiques physico chimiques étudiées sont conformes à celles des huiles essentielles de nombreuses espèces données par la littérature. Toutefois, le pouvoir rotatoire peut être considéré comme une caractéristique physique importante pour le contrôle qualité de cette huile ; car l'huile essentielle de la partie aérienne est dextrogyre et celle des racines est lévogyre. Le traitement statistique des données concernant l'étude de la variation saisonnière de la composition chimique a permis de confirmer, pour la partie aérienne, un profil chimique majoritairement riche en isomères du *p*-menthadiénol (*cis* et *trans-p*-mentha-2,8(9)-dièn-1-ol, *cis* et *trans-p*-mentha-1(7),8-dièn-2-ol) déjà décrit dans les travaux antérieurs [2]. Cependant, en fonction des périodes de récolte, un autre profil à limonène majoritaire (teneur de l'ordre de 20 %) a été identifié. L'huile essentielle des racines a également présenté deux profils chimiques, un profil à limonène majoritaire (20,21 % - 30,44 %) pour le tiers des échantillons et un profil à aristolone majoritaire (30,89 % - 55,54 %) pour le reste des échantillons. Cette variabilité du profil chimique devrait orienter une étude bioguidée de l'étude des activités biologiques de l'huile essentielle d'*Elyonurus hensii*.

Références

- [1] - K. BIKINDOU, Caractérisation physico-chimique et évaluations des activités biologiques de *Elyonurus hensii* K. (Schum) du plateau des cataractes au Congo-Brazzaville. Thèse de doctorat. Université Marien Ngouabi. Brazzaville. Congo, (Mai 2017)
- [2] - T. SILOU, L. LOUBAKI, G. FIGUEREDO and J. C. CHALCHAT, Study of essential oil composition of *Elyonurus hensii* Schum from Congo. *Journal of Essential Oil Research*, 18 (2006) 518 - 520
- [3] - L. S. CHAGONDA, J. C. CHALCHAT, J. M. BESSIERE, Constituents of root essential oil of cultivated *Elyonurus muticus* (Spreng.) Kunth from Zimbabwe, *Analytical Chemistry Letters*, Vol. 2, (2012) 177 - 181
- [4] - S. SCRAMIM, M. L. SAITO, A. POTT A., Essential oil of *Elyonurus muticus* (Sprengel) O. Kuntze (Gramineae). *Journal of Essential Oil Research*, 12 (2000) 298 - 300
- [5] - J. P. MEVY, J. M. BESSIERE, M. DHERBOMEZ and J. VIANO, Composition and some biological activities of the essential oils from African Pasture Grass : *Elyonurus elegans* Kunth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (2002) 4240 - 4243
- [6] - Y. YANG, M. C. DE CIAN, S. NSIKABAKA, P. TOMI, T. SILOU, J. COSTA, J. PAOLINI, Volatile Fraction Composition and Total Phenolic and Flavonoid Contents of *Elyonurus hensii*-Antioxidant Activities of Essential Oils and Solvent Extracts. *Natural Product Communications*, Vol. 8, No. 5 (2013) 655 - 661
- [7] - J. BRUNETON, *Eléments de phytochimie et de Pharmacognosie*, Tec. et Doc. Lavoisier, Paris, (2009) 230 p.
- [8] - G. FIGUEREDO, Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne. Thèse de doctorat. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, (2007)
- [9] - J. F. CLEVINGER, Apparatus for the determination of volatile oil, *J. Am. Pharm. Assoc.*, 17 (1928) 341 - 346
- [10] - AFNOR (Agence Française de Normalisation), Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles, Paris, (2000) 661 - 663 p.
- [11] - H. VAN DEL DOOL and P. D. KRATZ, A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography, *J. Chromatograph.*, 11 (1963) 463 - 471
- [12] - R. P. ADAMS, Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured Publishing : Carol Stream, IL, (2012)

- [13] - NIST : National Institute of Standards and Technology. PC Version 1.7 of The NIST/EPA/NIH Mass Spectra Library, Perkin-Elmer, Norwalk, CT. National Institute of Standards and Technology, NIST Chemistry WebBook, NIST Standard, (2008)
- [14] - W. A. KÖNING, D. H. HOCHMUTH and D. JOULAIN, Terpenoids and Related Constituents of Essential Oils. Library of Mass Finder 2.1. University of Hamburg, Institute of Organic Chemistry : Hamburg, Germany, (2001)
- [15] - T. SILOU, A. N. LOUMOUAMOU, E. LOUKAKOU, J. C. CHALCHAT and GILLES FIGUÉRÉDO, Intra and Interspecific Variations of Yield and Chemical Composition of Essential Oils from Five Eucalyptus Species Growing in the Congo-Brazzaville. Corymbia subgenus, *J. Essent. Oil Res.*, 21 (May / June 2009)
- [16] - T. SILOU, G. MAPOLA, R. A. MAKANY, A. N. LOUMOUAMOU, M. MALANDA and J. C. CHALCHAT, Model of steam and water extraction of Essential oil of Eucalyptus Citriodora using a complete 2ⁿ factorial plan, *International Journal of Food Engineering*, Vol. 5, (2009) Issue 4
- [17] - C. KANKO, B. E. SAWALIHO, S. KONE, G. KOUKOUA and Y. T. N'GUESSAN, Etude des propriétés physico-chimiques des huiles essentielles de *Lippia multiflora*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon giganteus*. *Comptes rendus Chimie* 7, (2004) 1039 - 1042
- [18] - A. AKHILA, Chemistry and Biogenesis of Essential Oil from the Genus *Cymbopogon*. In Essential oil Bearing Grasses. The genus *Cymbopogon*. CRC Press. Taylor and Francis Group, LLC, (2010)
- [19] - B. BAYALA, IHN BASSOLE, C. GNOULA, R. NEBIE, A. YONLI, L. MOREL, G. FIGUEREDO, J. B. NIKIEMA, J. A. LOBACCARO et J. SIMPORE, Chemical Composition, Antioxidant, Anti-Inflammatory and Anti-Proliferative Activities of Essential Oils of Plants from Burkina Faso. *PLOS ONE*, 9 (3) (2014) e92122, doi:10.1371/journal.pone.0092122