

CRISTAL DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *MONDIA WHITEÏ* (HOOK. F.) SKEELS : ISOMERE DE LA VANILLINE (2-HYDROXY-4-METHOXY-BENZALDEHYDE)

Belline NDZELI LIKIBI¹, Aimé Bertrand MADIELE MABIKA¹, GOUOLLALY TSIBA¹, Jean-Marie MOUTSAMBOTE², Samuel NSIKABAKA¹, and Jean-Maurille OUAMBA¹

¹Unité de Chimie du Végétal et de la Vie (UC2V), Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Nguabi, BP 69, Brazzaville, Republic of the Congo

²Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie, Université Marien Nguabi, BP 69, Brazzaville, Republic of the Congo

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The essential oil of *Mondia whiteï* dry roots (Hook, f.) Skeels, harvested at Kindamba, in the Pool Department, south of Congo Brazzaville was extracted by hydrodistillation with a yield of 0.50%. Gas chromatography (GC) and gas chromatography-mass spectrometry (GC / MS) were used to characterize the chemical profile of the gas chromatography, then it was subjected to physicochemical analyzes. The physical and chemical properties evaluated were the refractive index and the acid number. The values of the refractive index in ether and in acetone are respectively 1.3703 and 1.3713 that of the determined acid number is zero.

Taking into account the high proportion of 2-hydroxy-4-methoxy-benzaldehyde (99.85%), this oil could be a source of production of 2-hydroxy-4-methoxy-benzaldehyde useful for agri-food needs and a formulation necessary for Pharmaceutical industry.

KEYWORDS: essential oil, *Mondia whiteï* (Hook. f.) Skeels, hydrodistillation, isomer of vanillin.

RESUME: L'huile essentielle des racines sèches de *Mondia whiteï* (Hook. f.) Skeels, récoltées à Kindamba, dans le département du Pool, au sud du Congo Brazzaville a été extraite par hydrodistillation avec un rendement de 0,50%. La chromatographie en phase gazeuse (CPG) et la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM) a été mise en œuvre pour caractériser le profil chimique de celle-ci, ensuite elle a été soumise aux analyses physico-chimiques. Les propriétés physique et chimique évaluées ont été l'indice de réfraction et l'indice d'acide. Les valeurs de l'indice de réfraction dans l'éther et dans l'acétone sont respectivement 1,3703 et 1,3713, celle de l'indice d'acide déterminée est nulle. L'étude chromatographique et spectrométrique a révélé la présence d'un seul constituant, l'aldéhyde aromatique, à savoir le 2-hydroxy-4-méthoxybenzaldéhyde, isomère de la vanilline, représentant (99,85%) de l'huile essentielle totale.

Tenant compte de la proportion importante du 2-hydroxy-4-méthoxy-benzaldéhyde (99,85%), cette huile pourrait être source de production du 2-hydroxy-4-méthoxy-benzaldéhyde utile pour des besoins agroalimentaire et une formulation nécessaire pour l'industrie pharmaceutique.

MOTS-CLEFS: huile essentielle, *Mondia whiteï* (Hook. f.) Skeels, hydrodistillation, isomère de la vanilline.

1 INTRODUCTION

Plante originaire d'Afrique tropicale, *Mondia whiteï* (Hook. f.) Skeels est rencontrée dans la majeure partie de l'Afrique centrale, australe, orientale et en Asie. Genre appartenant à la famille des Apocynaceae, qui comprend deux espèces, parmi lesquelles l'espèce *whiteï*, toutes deux en Afrique tropicale. C'est une liane grimpante atteignant 8 à 10 mètres de long, aux

feuilles larges opposées et simples [1]. Les fleurs bisexuées sont régulières, exhalant une odeur désagréable. Les racines sont aromatiques, ligneuses avec l'âge (Figure 1). Les graines brunes foncées sont ovoïdes, mesurant 8 à 10 millimètres de long, celles-ci portent une touffe de poils de 2 à 2,5 centimètres de long à l'apex. Les inflorescences sont ramifiées, de couleur pourpre rougeâtre [2]. En agroalimentaire, *Mondia whitei* est utilisée comme arôme alimentaire et comme source de vitamines A, D, K et E, de minéraux tels que le magnésium, le calcium, le fer, le sélénium et le zinc et de protéines [3]. Traditionnellement, elle est utilisée en cuisine pour assaisonner la nourriture et parfumer le thé. Dans toute l'Afrique, les racines de *Mondia whitei* sont utilisées comme aphrodisiaque pour augmenter la production des spermatozoïdes, accroître le désir et les performances sexuelles [4]. Ainsi, au Congo, elle a la réputation d'être un aphrodisiaque et est très cultivée pour approvisionner les boutiques et les marchés du pays [5]. Au Bénin, elle est utilisée pour traiter le paludisme [6]. En Afrique du Sud, les racines se mastiquent pour traiter la dépression [7]. Au Cameroun, les racines se mastiquent pour traiter l'impuissance sexuelle [8]. En Ouganda, *Mondia whitei* intervient pour résoudre le problème de l'impuissance sexuelle [9] ; aussi, la poudre de ces feuilles séchées est ajoutée aux aliments pour les relever. De plus, elle est utilisée pour traiter l'infertilité [10].

Les études pharmacologiques antérieures effectuées ont montré que *Mondia whitei* a une activité antidysérectile [11] ; l'extrait à l'éthanol de *Mondia whitei* a attesté une activité aphrodisiaque [12]. L'huile essentielle des racines de *Mondia whitei* a démontré une activité antimicrobienne sur divers organismes pathogènes [13].

S'agissant des études chimiques, la composition chimique des extraits de *Mondia whitei* a fait l'objet de nombreux travaux. En effet, la littérature révèle que les extraits de *Mondia whitei* sont constitués majoritairement de 2-hydroxy-4-méthoxybenzaldéhyde ou paraméthoxysalicyaldéhyde, un puissant inhibiteur de la tyrosinase [14], c'est le cas de l'huile essentielle de *Mondia whitei* du Congo avec une forte teneur de 99% [15], de l'extrait au chlorure de méthylène du Taiwan [16]. Cependant, certains extraits sont caractérisés par la présence d'autres composés comme le coumarinolignane, dans l'huile essentielle du Togo [17], l'isovanilline (3-hydroxy-4-méthoxybenzaldéhyde), dans l'extrait au chlorure de méthylène de l'Afrique du Sud [18]. Pour la première fois les coumarines ont été isolées de *Mondia whitei* [19]. Le (-) - loliolide qui présente une affinité *in vitro* au transporteur de la sérotonine (Sert) dans un test de liaison, l'un des neurotransmetteurs qui jouent un rôle dans la pathopsychologie de la dépression a été isolé de *Mondia whitei* [20]. L'huile essentielle de *Mondia whitei* d'origine nigérienne a été caractérisée avec comme constituants majeurs le (E)-2-hexène-1-ol (25.96%), l'heptacosane (20.94%), le phytol (15.60%), le 1-hexanol (8.94%), le (E)-2-hexanal (4.24%) et le 2-hydroxy-p-anisaldéhyde (4.21%) [13]. Au Congo peu d'études ont été consacrées à *Mondia Whitei*. Ce présent travail vise à déterminer la composition chimique de l'huile essentielle de *Mondia whitei* se présentant sous la forme des cristaux, extraite des racines de cette espèce.



Fig. 1. Racines de l'espèce *Mondia whitei* (Hook. f.) Skeels

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les échantillons de *Mondia whitei* récoltés en Janvier 2019 à Kindamba, dans le département du Pool, au sud du Congo Brazzaville ont été identifiés par les botanistes de l'Herbier National du Congo. Seules les racines ont été sélectionnées pour l'étude.

2.2 EXTRACTION DES HUILES ESSENTIELLES

Après huit (8) jours de séchage à la température ambiante, dans une salle aérée, les échantillons *Mondia whitei* constitués des racines sèches 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 I. Le rendement R en huile essentielle est calculé selon la formule suivante :

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

Tableau 1. Conditions opératoires de l'hydrodistillation des racines de *Mondia whitei* (Hook f.) Skeels

Matière végétale	<i>Mondia whitei</i> (Hook.f.) Skeels
Organes	Racines
Quantité de matière sèche (g)	409
Quantité d'eau en (L)	1
Temps d'exécution de l'opération en (h)	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 [21]. 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 [21]. Elle a consisté à mettre deux (2) à trois (3) gouttes d'huile essentielle sur le prisme du réfractomètre. Regarder dans l'oculaire en tournant le bouton de réglage jusqu'à ce la ligne de séparation de la zone claire et de la zone sombre soit au centre du réticule. Lire ensuite la valeur de l'indice de réfraction de l'huile essentielle sur l'échelle de lecture. L'indice est donné par lecture sur le réfractomètre à la température T à laquelle la lecture est effectuée. Celui-ci est ramené à 20°C selon la formule suivante :

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

Avec T : température à la lecture est effectuée

2.4.2 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 [22] a été appliquée pour déterminer l'indice d'acide. Elle consiste à mettre 1gramme d'huile essentielle dans un erlenmeyer dans lequel 5 millilitres (mL) d'éthanol à 95% et 5 gouttes de 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 :

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

Avec

V : volume de la solution de KOH.

m : masse d'huile essentielle en gramme

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

Paramètres	Valeurs
Masse d'huile essentielle en (g)	1
Concentration KOH (mol/L)	0,1
Volume d'éthanol (mL)	5
Quantité de phénolphaléine (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 split1-10

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 [22], [23], [24].

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 EXTRACTION ET RENDEMENT DES HUILES ESSENTIELLES

L'extraction par hydrodistillation des racines sèches de *Mondia whitei* fournit une huile essentielle sous forme des cristaux beiges à la température ambiante, (tableau III) avec un rendement de 0,50%. Ce rendement est faible par rapport à celui obtenu au Congo par Ouamba en 1991 qui s'élève à 1,40%. Cette variation pourrait être attribuée non seulement à l'origine de la plante mais aussi à la période de la récolte.

Tableau 3. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de *Mondia whitei* (Hook. f.) Skeels

Espèces	Normes AFNOR (AFNOR, 2000)			HE étudiées		
	Aspect	Couleur	Odeur	Aspect	Couleur	Odeur
<i>Mondia whitei</i> (Hook.f.) Skeels	Cristaux	Blanche	Prononcée de vanille	Cristaux	Beige	Suave épicée

Tableau 4. Rendement d'extraction des huiles essentielle des racines sèches de *Mondia whitei* (Hook. f.) Skeels

Espèces	Rendement%	
	Notre étude	Etudes antérieures/origine
<i>Mondia whitei</i> (Hook. f.) Skeels	0.50	1.40 [15]/ Congo



Fig. 2. L'huile essentielle de *Mondia whitei* (Hook.f.) Skeels sous forme des cristaux à la température ambiante

3.2 PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

3.2.1 INDICE DE RÉFRACTION

Les indices de réfraction obtenus à 20°C de l'huile essentielle de *Mondia whitei* dans l'éther et dans l'acétone sont respectivement 1,3703 et 1,3713 (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). De plus, l'indice de réfraction de *Mondia whitei* déterminé dans l'éther est supérieur à celui déterminé dans l'acétone.

3.2.2 INDICE D'ACIDE

Lors du titrage de l'huile essentielle par la solution d'hydroxyde de potassium (KOH), nous n'avons pas observé l'apparition de la coloration rose qui marque la neutralité. Ce qui montre que l'huile essentielle de *Mondia whitei* ne contient pas d'acide.

Tableau 5. Indices de réfraction à 20°C de l'huile essentielle de *Mondia whitei* (Hook f.) Skeels

Espèce	Indice de réfraction à 20°C	Indice d'acide
<i>Mondia whitei</i> (Hook.f.) Skeels dans l'éther	1.3703	0
<i>Mondia whitei</i> (Hook.f.) Skeels dans l'acétone	1.3713	

3.3 COMPOSITION CHIMIQUE DE L'HUILE ESSENTIELLE

3.3.1 *MONDIA WHITEI* (HOOK. F.) SKEELS

Les résultats de l'analyse chimique de l'huile essentielle extraite des racines de *Mondia whitei* sont portés dans le tableau VI. Les profils chromatographiques (GC-SM) et (GC-FID) sont donnés dans les figures 4 et 5. L'analyse par chromatographie en

phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse a permis l'identification d'un seul composé, l'aldéhyde aromatique, le 2-hydroxy-4-méthoxy-benzaldéhyde représentant 99,85% de l'huile essentielle totale.

On observe des ressemblances qualitative et quantitative avec les résultats rapportés en 1991 au Congo [15], qui décrivent une huile essentielle contenant le 2-hydroxy-4-méthoxy benzaldéhyde à 99%.

Cependant, on note aussi des disparités qualitatives avec l'extrait du Togo qui contient le coumarinolignane [17]. Et aussi avec l'huile essentielle d'origine Sud-africaine qui renferme l'isovanilline (3-hydroxy-4-méthoxy benzaldéhyde) [18].

Tableau 6. Composition chimique de l'huile essentielle extraite des racines des *Mondia whitei* (Hook.f.) Skeels

N°	Composé	IK	%
1	2-hydroxy-4-méthoxy benzaldéhyde	1344	99.85

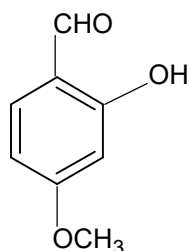


Fig. 3. Structure chimique du composé majeur de l'huile essentielle de *Mondia whitei* (Hook f.) Skeels

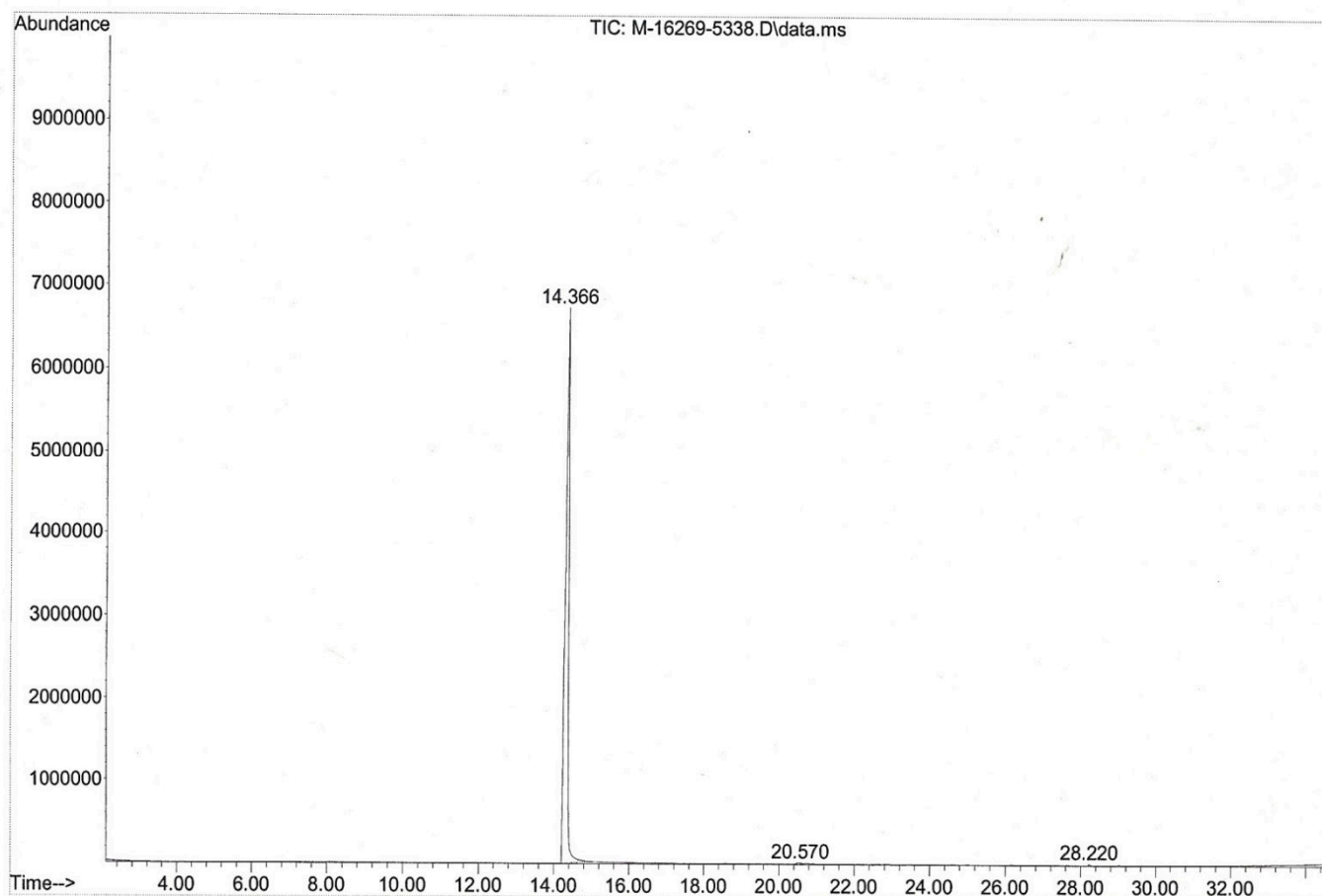


Fig. 4. Chromatogramme (GC-MS) de l'huile essentielle de *Mondia Whitei* (Hook. f.) Skeels

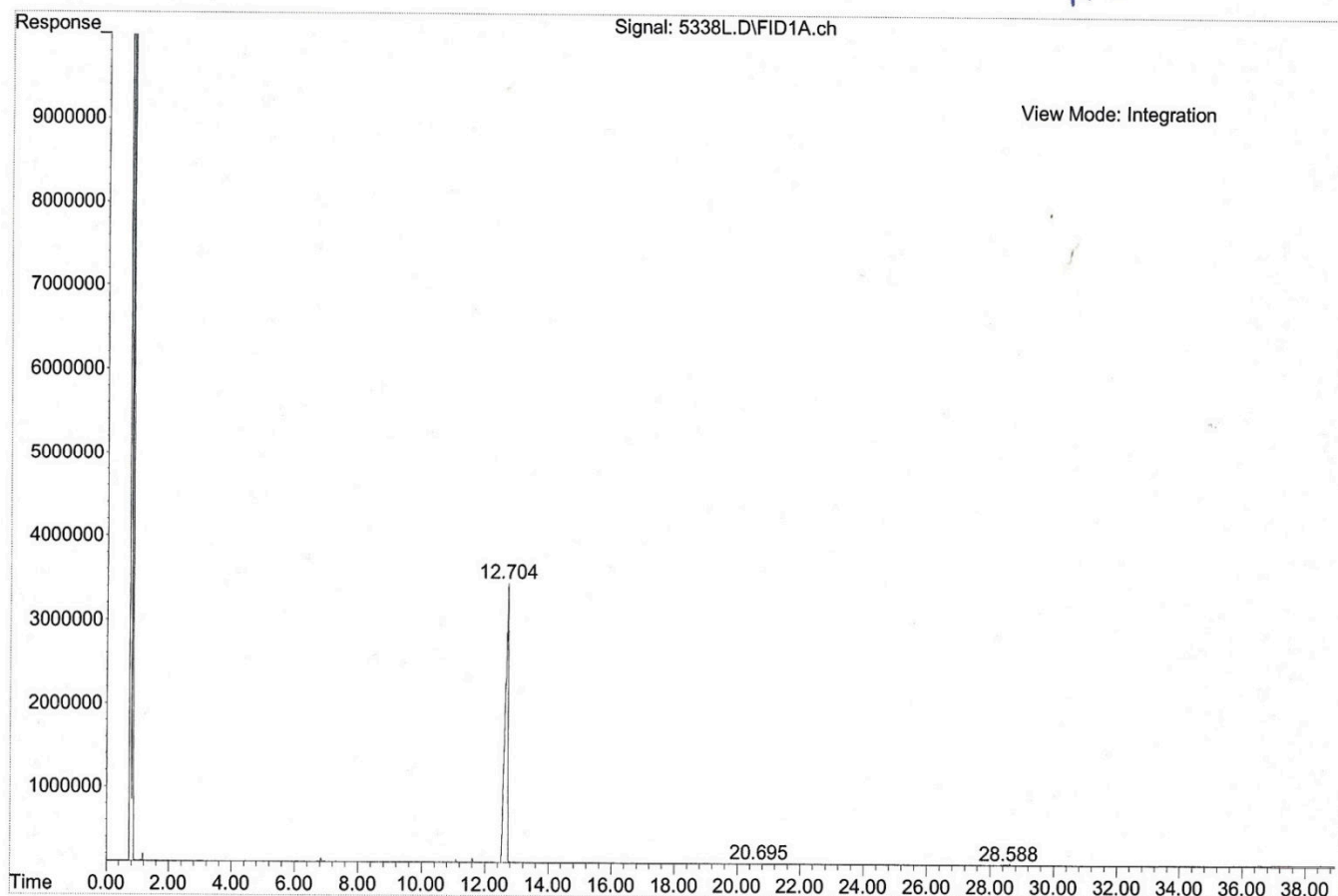


Fig. 5. Chromatogramme (GC-FID) de l'huile essentielle de *Mondia whitei* (Hook. f.) Skeels

4 CONCLUSION

L'huile essentielle de *Mondia whitei* (Hook. f.) Skeels est riche en aldéhyde aromatique, le 2-hydroxy-4-méthoxy-benzaldéhyde, un composé pur avec une proportion très élevée, près de 100%. Tenant compte de la proportion importante du 2-hydroxy-4-méthoxy-benzaldéhyde (99,85%), cette huile pourrait être source de production du 2-hydroxy-4-méthoxy-benzaldéhyde utile pour des besoins agroalimentaires et une formulation nécessaire pour l'industrie pharmaceutique. En effet, le para-méthoxysalicyaldéhyde est utilisé pour ses vertus aromatiques (pour la fabrication d'arôme vanille, chocolat et banane) (MC-Geoch, 2004). De plus, l'arôme de vanille est le plus utilisé dans l'industrie alimentaire dont 75% de production mondiale est d'origine synthétique [26]. C'est aussi un produit intermédiaire pour la production des dérivés à intérêt pharmaceutique

REFERENCES

- [1] H.J.T. Venter, R.L. Verhover, P.V. Bruyns, Morphology and taxonomy (Apocynaceae: Periplocaceae), *South African Journal of Botany*, vol. 75, no. 3, pp. 456-465, 2009
- [2] P. Watcho, P. Kamtchouing, S. D. Sokeng, P. F. Moundipa, J. Tantchou, J. L. Essame, N. Koueta, Androgenic effect of *Mondia whitei* roots in male rate. *Asian Journal of Andrology*, vol. 6, pp. 269-272, 2004.
- [3] L. Mc Geoch, Plant ecology in human context: *Mondia whitei* in kakamega forest, Kenya. Providence, U.S.A: Center for environmental studies, Brown University. Providence, Rhode Island, USA, pp.1-80, 2004.
- [4] F. Lampiao, D. Krom, S. Dupless, The in vitro effects of *Mondia whitei* on Human sperm motility parameters, *Phytothérapie Research*, vol. 22, no. 9, pp.1272-1273, 2008.
- [5] A. Bouquet, Pharmacopée et plantes médicinales congolaises (République Populaire du Congo), *Etudes Médicales*, vol. 1, pp. 57-66, 1975.

- [6] H. Merel, Akpovi akoègninou , Van der Maesen L. , G. Jos, Medicinal plants use to treat Malaria southern Benin, *Economic Botanic*, vol. 58, pp. 239-252, 2004.
- [7] R. Patnam, S. S. kadali, K. H. Koumaglo, & Roy R. A chlorinated coumarinolignanes from African medicinal plants, *Mondia whitei*. *Phytochemistry*, vol. 66, pp. 683-686, 2005.
- [8] D. A. Focho, W. T. Ndam. and B. A. Fonge, Medicinal plants of Aguambu-Bamumbu in the lebialem highlands, southwest province of Cameroun, *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, Vol. 3, no. 1, pp. 001-013, 2009.
- [9] G. A. Jacob; B. Katongole; D. Waiswa; G. Nsubugana, Market survey of *Mondia whitei* (Mulondo) roots in Kampala city, Uganda, *Afr. J. Tradit. Complement Alter Med*, vol 5, no. 4, 399-408, 2008.
- [10] F. Lampiao, The role of *Mondia whitei* in reproduction: a review evidence, *Internat., Journal of Third world Medicine*, vol.8, no.1, pp. 1536-1646, 2009.
- [11] M. Carpentier, S. Sahpaz and F. Bailleul, Plante et dysfonction érectile, *Phytothérapie*, vol. 2, no.3, pp. 66-71, 2004.
- [12] G. M. Gundidza, V. M. Mmbengwa, M.L. Magwa, N. J. Ramalivhana, N. T. Mukwevho, W. Ndaradzi and A. Samie, Aphrodisiac properties of some Zimbabwean medicinal plants formulation, *African Journal of Biotechnology*, vol. 8, no. 22, pp. 6402-6407, 2009.
- [13] T.G. Idayat and A. A. Sherifat, Essential oil constituents and in vitro antimicrobienne activity of root of *Mondia whitei* (Hook. f.) Skeels (Periplocaceae), *Journal of Pharmacognosy and phytotherapy*, vol. 8, no. 8, 163-167, 2016.
- [14] I. Kubo, and I. Kinst-Hori, 2-hydroxy-4-methoxybenzaldehyde: A potent tyrosiane inhibitor from African medicinal plant, *Plant a medica*, vol. 65, no.1, pp.19-24, 1999.
- [15] J.M. Ouamba, Valorisation chimiques des plantes aromatiques du Congo. Extraction et analyse des huiles essentielles. Oximation des aldéhydes naturels, Thèse de Doctorat d'Etat de Montpellier II. Montpellier, France, 341p., 1991.
- [16] Chen Yungwu ; Chen Hsinchun ; Kuo Xhaokai ; Chang Longzen, Volatile flavors compounds in *Mondia whitei*, *Journal of Taiwan Society for Horticultural Scienc.*, vol. 55, no.1, pp. 55-62, 2009.
- [17] P. Ramesh, S. K. Satya, H. Kossi Koumaglo and R. Roy, A chlorinated coumarinolignan from the African medicinal plant, *Mondia whitei* (Hook f.), *Phytochemistry*, vol. 66, no. 6, pp. 683-686, 2005.
- [18] N. A. Koorbanally, D. A. Mulholland; N. R. Crouch, Isolation of isovanillin from aromatic roots of medicinal African liane *Mondia whitei*, *Journal of Herbs, Spices and Medical Plants*, vol.7, no. 3, pp.37-43, 2000.
- [19] R. Patnam, S. S. kadali, K. H. Koumaglo & R. Roy, A chlorinated coumarinolignanes from African medicinal plants, *Mondia whitei*, *Phytochemistry*, vol. 66, pp. 683-686, 2005.
- [20] J.S. Neergaard, H. B. Rasmussen, G.I. Safford, J. Van Staden & Jäger, Serotonin transporter affinity of (-)-loliolide, a monoterpene lactone from *Mondia whitei*, *South African Journal of Botany*, vol. 76, pp. 593-596, 2010.
- [21] AFNOR, «Recueil des normes : les huiles essentielles, Tomes 2, Monographies relatives aux huiles essentielles» AFNOR, Paris, pp. 661-663, 2000.
- [22] AOAC, Official methods of analysis (15th ed) Washington, VA: Association of official analytical chemists, 1990.
- [23] R.P. Adams, Identification of essential oils by gaz chromatography quadrupole mass spectroscopy, Carol Stream. IL, USA : Allured Publishing Corporation, p. 101, 2001.
- [24] NW. Davies, Gas Chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and carbo wax 20M phases, *J. Chromatogr.*, vol. 503, pp.1.
- [25] B. Bouthin, J. Hirtzlin, E. Schmitt, La vanille dualité synthétique naturel. [Resource électronique] disponible sur : http://www.prepa-cpe.fr/document La_vanille.pdf, 2006.