



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Composition chimique et potentiel antioxydant de l'huile essentielle obtenue par co-distillation de *Mentha piperita* L. et *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf du Burkina Faso

Bily NEBIE¹, Constantin M. DABIRE^{1,2*}, Remy K. BATIONO^{2,3}, Siaka SOSSO¹,
Roger C.H. NEBIE³, Eloi PALE² et Pierre DUEZ⁴

¹ Laboratoire de Chimie et Energies Renouvelables, Université Nazi BONI, 01 BP 1091, Bobo 01, Burkina Faso.

² Laboratoire de Chimie Organique et de Physiques Appliquées, Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021, Ouaga 03, Burkina Faso.

³ Centre National de Recherche Scientifiques et Technologies, Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

⁴ Service de Chimie Thérapeutiques et de Pharmacognosie, Faculté de Médecine et Pharmacie, Université de Mons, Belgique, 7000 Mons, Belgique.

*Auteur correspondant ; E-mail : dabireconst@yahoo.fr

Received: 20-12-2022

Accepted: 25-02-2023

Published: 28-02-2023

RESUME

Les huiles essentielles constituent une source potentielle de molécules à activité antioxydante. Le développement des combinaisons optimisées de ces substances naturelles permettrait leur utilisation comme conservateurs naturels. Ainsi, l'objectif de la présente étude est de déterminer la composition chimique de l'huile essentielle obtenue par co-distillation de *Mentha piperita* L. et de *Cymbopogon citratus* DC. Stapf du Burkina Faso et de comparer son potentiel antiradicalaire à celui du mélange obtenu par combinaison des huiles essentielles pures de ces deux plantes. Les huiles essentielles ont été extraites à l'aide d'un appareil de type Clevenger par hydrodistillation des feuilles sèches de *Cymbopogon citratus* et *Mentha piperita*, séparément, puis à partir du mélange de leurs feuilles sèches dans les proportions massiques 80% pour *C. citratus* et 20% pour *M. piperita*. Elles ont été ensuite analysées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Le potentiel antiradicalaire des huiles essentielles, exprimé en milligramme d'équivalent d'acide ascorbique par millilitre d'huile essentielle (mg EAA/mL), a été évalué par la méthode de DPPH. L'huile essentielle obtenue par co-distillation contient majoritairement le citral (49,26%), le β -myrcène (10,98%), le menthol (5,90%) et la menthone (4,50%). L'essence de *C. citratus* est dominée par le citral (73,77%) et le β -myrcène (13,66%) et celle de *M. piperita* par le menthol (31,54%), la menthone (20,27%), le menthofurane (15,10%) et l'acétate de menthyle (8,59%). Le pouvoir antiradicalaire des huiles essentielles est : $11,73 \pm 0,14$ mg EAA/mL pour l'essence de *M. piperita* ; $10,01 \pm 0,06$ mg EAA/mL pour celle de *C. citratus* ; $40,13 \pm 0,08$ mg EAA/mL pour l'essence obtenue par co-distillation et $11,96 \pm 0,04$ mg EAA/mL pour l'essence obtenue par combinaison des essences pures. Ces résultats montrent que la co-distillation a permis d'améliorer le potentiel antiradicalaire des huiles essentielles des deux plantes et ouvre des perspectives pour son utilisation comme antioxydant naturel.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Cymbopogon citratus*, *Mentha piperita*, co-distillation, huile essentielle, composition chimique, potentiel antioxydant.

Chemical composition and antioxidant potential of the essential oil obtained by co-distillation of *Mentha piperita* L. and *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf from Burkina Faso

ABSTRACT

Essential oils are a potential source of molecules with antioxidant activity. The development of optimized combinations of these natural substances should allow their use as natural preservatives. Thus, the objective of this study is to determine the chemical composition of essential oil obtained by co-distillation of *Mentha piperita* and *Cymbopogon citratus* from Burkina Faso and to compare its antiradical potential with that of the mixture obtained by combining pure essential oils of these two plants. Essential oils were extracted using a Clevenger-type apparatus by hydrodistillation of dry leaves of *Cymbopogon citratus* and *Mentha piperita*, separately, then from the mixture of their dry leaves in the mass ratio 80% for *C. citratus* and 20% for *M. piperita*. They were then analyzed by gas chromatography / mass spectrometry. The antiradical potential of essential oils expressed in milligrams of ascorbic acid equivalent per milliliter of essential oil (mg EAA/mL) was evaluated by DPPH method. Essential oil obtained by co-distillation mainly contains citral (49.26%), β -myrcene (10.98%), menthol (5.90%) and menthone (4.50%). Essential oil of *C. citratus* is dominated by citral (73.77%) and β -myrcene (13.66%) and that of *M. piperita* by menthol (31.54%), menthone (20.27%), menthofuran (15.10%) and menthyl acetate (8.59%). Antiradical potential of essential oils are : 11.73 ± 0.14 mg EAA/mL for the essential oil of *M. piperita* ; 10.01 ± 0.06 mg EAA/mL for that of *C. citratus* ; 40.13 ± 0.08 mg EAA/mL for essential oil obtained by co-distillation and 11.96 ± 0.04 mg EAA/mL for essence obtained by combining pure essential oils. These results show that co-distillation has improved antioxidant efficiency of the essential oils of these two plants and opens prospects for its use as a natural antioxidant.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Cymbopogon citratus*, *Mentha piperita*, co-distillation, essential oil, chemical composition, and antioxidant potential.

INTRODUCTION

Le système immunitaire humain est vulnérable à l'attaque des espèces réactives oxygénées (ERO) qui sont produites en permanence à la suite de réactions enzymatiques endogènes et aussi par des sources exogènes (Subhasree et al., 2009). Ces ERO sont à l'origine du stress oxydatif qui est responsable des maladies dégénératives et de leurs complications associées telles que les cancers, les maladies cardiovasculaires et le vieillissement précoce des organismes (Rezaie et al., 2007). Les antioxydants permettent de lutter contre le stress oxydatif en détruisant les ERO. Cependant, l'usage des molécules antioxydantes de synthèse est de plus en plus remis en cause en raison des risques toxicologiques potentiels (Gholoum, 2013). Les antioxydants naturels, surtout d'origine végétale, sont dorénavant recherchés (Tadhani et al., 2007). En effet, les plantes aromatiques et médicinales constituent des sources potentielles d'antioxydants naturels grâce aux

métabolites secondaires qu'elles contiennent, notamment les polyphénols, les caroténoïdes, les huiles essentielles, etc. (Sarr et al., 2015). Les huiles essentielles, extraites des plantes aromatiques sont de plus en plus impliquées dans de nombreuses formulations, notamment en cosmétiques (Houbairi et al., 2015) et en agroalimentaire (Sacchetti et al., 2011) à cause de leurs propriétés antioxydantes et aromatisantes. Cependant, le faible rendement d'extraction et le coût assez élevé des huiles essentielles limiteraient leur usage sur le plan industriel (Nébié et al., 2009). En agroalimentaire, des concentrations élevées d'huiles essentielles sont généralement requises lorsqu'elles sont ajoutées aux aliments ; ce qui serait également un frein à leur application dans ce domaine à cause des changements de la qualité organoleptique et texturale des aliments ou des interactions entre les huiles essentielles et les composants alimentaires (Devlieghere et al., 2004). En conséquence, un défi pour l'application

pratique des huiles essentielles est de développer des combinaisons optimisées ; ce qui permettra l'utilisation de faible dose afin de garantir la sécurité du produit, sa durée de vie utile et diminuer les aspects sensoriels de l'huile essentielle dans le produit fini (Devlieghere et al., 2004 ; Gutierrez et al., 2008).

Traditionnellement les plantes aromatiques et médicinales sont souvent utilisées en combinaison en vue d'optimiser leurs propriétés biologiques (Nicolas, 2009 ; Zerbo et al., 2011). Sur le plan scientifique, de nombreux travaux ont rapporté que les combinaisons des huiles essentielles extraites des plantes aromatiques séparément présentent des effets synergiques et antagonistes (Nébié et al., 2009 ; Gutierrez et al., 2008 ; Bayala et al., 2014 ; Hay, 2015). Cependant, très peu de travaux à notre connaissance ont été consacrés à l'étude de la composition chimique et des propriétés biologiques des huiles essentielles obtenues de la distillation simultanée (co-distillation) des plantes aromatiques (Hay, 2015).

Mentha piperita L. et *Cymbopogon citratus* DC. Stapf sont deux plantes aromatiques largement utilisées par les populations locales pour aromatiser les boissons et aussi pour se soigner (Samaté, 2002 ; Bassolé et al., 2010). L'huile essentielle de *C. citratus* est principalement constituée de citral (Bassolé et al., 2011 ; Bayala et al., 2014). Dans l'huile essentielle de *M. piperita*, le menthol, la menthone, le menthofurane et l'acétate de menthyle ont été les plus souvent cités comme constituants majeurs (Bassolé et al., 2010 ; Derwich et al., 2010). L'activité antioxydante de l'huile essentielle de *C. citratus* du Burkina Faso est connue (Bayala et al., 2014). En revanche, il n'existe aucun rapport publié à notre connaissance sur l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *M. piperita* du Burkina Faso. Par ailleurs, aucune étude n'a été effectuée sur la combinaison des huiles essentielles pures et de celles obtenues par co-distillation de ces deux plantes à notre connaissance. Le présent travail a donc été initié en vue de déterminer la composition chimique de l'huile essentielle obtenue par la co-distillation de *Mentha piperita* L. et de *Cymbopogon citratus* DC.

Stapf du Burkina Faso et de comparer son activité antioxydante à celle du mélange obtenu par combinaison des huiles essentielles pures de ces deux plantes.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué des feuilles sèches de *Mentha piperita* L. et *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. Les plantes ont été récoltées en Août 2019 sur le site de l'Université Nazi-Boni (11°12'N ; 4°24'W). Elles ont été séchées à l'abri de la lumière pendant sept jours à la température ambiante avant d'être soumises à l'extraction des huiles essentielles.

Méthodes

Extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles ont été obtenues par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger à partir des feuilles sèches de *C. citratus* et de *M. piperita*, séparément, puis à partir de leur mélange dans les proportions massique 80% pour *C. citratus* et 20% pour *M. piperita* (pour tenir compte des caractéristiques organoleptiques, notamment l'odeur). Les huiles essentielles obtenues ont été déshydratées au sulfate de sodium anhydre puis conservées à 4°C jusqu'à utilisation. Le rendement d'extraction des huiles essentielles (R) a été déterminé selon la formule suivante :
$$R = \frac{M_h}{M_v} \times 100$$
, où :

M_h est la masse d'huile essentielle obtenue et M_v , la masse de matière végétale sèche utilisée (Likibi et al., 2015). Les valeurs des rendements d'extraction sont les résultats d'au moins trois (03) extractions.

Analyse de la composition chimique des huiles essentielles

L'analyse par chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (CPG/SM) des huiles essentielles a été réalisée à l'aide d'un chromatographe de marque Agilent 8860 couplé à un spectromètre de masse de type Agilent 5977B muni d'un analyseur quadripolaire. Le chromatographe est équipé d'une colonne capillaire DBWAX de type polyéthylène glycol (PEG) (60 m x 0,25 mm, épaisseur du film 0,25 µm). Les conditions d'analyse étaient les suivantes : gaz vecteur : hélium avec un débit de 1 ml.min⁻¹ ;

les températures de l'injecteur et du détecteur sont fixées à 250°C ; le four est programmé de 60°C à 250°C à raison de 2°C.min⁻¹. Le volume d'injection (en mode split) était de 2 µL. L'énergie d'ionisation du spectromètre de masse était de 70 eV.

L'identification des différents constituants des huiles essentielles a été effectuée d'une part, par comparaison des spectres de masse des différents constituants avec ceux existant dans une banque de données NIST (Stein et al., 2002) et d'autre part, par comparaison de leur indice de rétention (IR) à ceux de la littérature (Babushok et al., 2011). Les indices de rétention ont été déterminés par rapport à une série homologue de n-alcanes (C₈-C₂₀) dans les mêmes conditions de fonctionnement.

Détermination du potentiel antiradicalaire des huiles essentielles

Le pouvoir antiradicalaire des huiles essentielles a été déterminée par la méthode de 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) telle que décrite par Dabiré et al. (2011). Une courbe d'étalonnage a été établie en utilisant l'acide ascorbique (AA) comme antioxydant de référence. Les absorbances ont été mesurées à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre de marque DR 3900. Pour la mesure du potentiel antioxydant des huiles essentielles, 10 µl de chaque huile essentielle ont été ajoutés à 2 ml de la solution méthanolique de DPPH à 0,1 mM. Les mélanges ont été incubés à l'abri de la lumière pendant 30 min puis leurs absorbances ont été mesurées à 517 nm à l'aide du spectrophotomètre. Les valeurs des absorbances lues ont été rapportées à l'équation de la courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique et les résultats obtenus ont été exprimés en milligramme d'équivalent d'acide ascorbique par millilitre d'huile essentielle (mg EAA/ml). Les mesures ont été réalisées en triplicata.

RESULTATS

Rendement d'extraction des huiles essentielles

Les rendements d'extraction des huiles essentielles sont présentés dans le Tableau 1.

Le rendement d'extraction de l'huile essentielle obtenue par co-distillation (1,03%) est comparable à celui de *C. citratus*. Cependant, il reste inférieur à celui de *M. piperita* qui était de 1,29%.

Composition chimique des huiles essentielles

Les compositions chimiques des huiles essentielles sont indiquées dans le Tableau 2. Les structures des composés majoritaires des essentielles de *C. citratus*, de *M. piperita* et de celle obtenue par co-distillation sont représentées dans la Figure 1. Toutes les huiles essentielles sont principalement monoterpéniques (92,22 à 96,97%) avec une prédominance en monoterpènes oxygénés (71,57 à 85,75%). Dans l'huile essentielle de *C. citratus*, 15 composés représentant 96,16% de la composition chimique totale ont été identifiés. Elle contient majoritairement le géraniol (41,49%), le néral (32,83%) soit 74,32% de citral et le β-myrcène (13,66%). Dans l'huile essentielle de *M. piperita*, il a été identifié 23 composés représentant 92,22% du mélange total. Elle renferme majoritairement le menthol (31,54%), la menthone (20,27%), le menthofurane (15,10%), l'acétate de mentyle (8,59%) et le 1,8-cinéole (3,86%). Dans l'huile essentielle obtenue par co-distillation des deux plantes, 28 composés représentant 96,97% ont été identifiés. Elle contient majoritairement le géraniol (26,90%), le néral (22,36%), soit 49,26% de citral le β-myrcène (10,98%), le menthol (5,90%), la menthone (4,50%), le 1,8-cinéole (4,26%) et le p-cymène (3,30%).

Potentiel antiradicalaire des huiles essentielles

La courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique et le potentiel antiradicalaire des huiles essentielles sont présentés dans les Figures 2 et 3. Les teneurs en composés antiradicalaires des huiles essentielles de *M. piperita*, de *C. citratus*, de celles obtenues par co-distillation des deux plantes (CC/MP) et par combinaison des essences pures des deux plantes (CC/MP*) sont respectivement de 11,73 ± 0,14 ; 10,01 ± 0,06 ; 40,13 ± 0,08 et 11,96 ± 0,04 mg EAA/ml.

Tableau 1 : Rendements d'extraction des huiles essentielles.

Huile essentielle	Rendement (%)
<i>C. citratus</i>	1,05 ± 0,08
<i>M. piperita</i>	1,29 ± 0,05
<i>C. citratus</i> / <i>M. piperita</i> (80/20)	1,03 ± 0,03

Tableau 2 : Composition chimique des huiles essentielles de *C. citratus*, *M. piperita* et du mélange *C. citratus* / *M. piperita*.

IR	Composé	Teneur (%)		
		<i>C. citratus</i> (CC)	<i>M. piperita</i> (MP)	CC/MP
1025	α-pinène	-	0,88	2,17
1117	β-pinène	-	1,06	0,24
1128	sabinène	-	0,55	-
1165	β-myrcène	13,66	0,21	10,98
1170	α-phellandrène	-	-	1,51
1206	limonène	-	1,99	0,98
1214	β-phellandrène	-	-	0,22
1219	1,8-cinéole	-	3,86	4,26
1236	cis-β-ocymène	0,36	-	0,26
1249	γ-terpinène	-	0,21	0,32
1253	trans-β-ocymène	0,25	-	-
1274	p-cymène	-	0,21	3,30
1340	6-méthyl-hept-5-èn-2-one,	1,14	-	1,74
1398	3-octanol	-	0,46	-
1469	menthone	-	20,27	4,50
1481	citronellal	0,17	-	-
1487	menthofurane	-	15,10	2,87
1497	isomenthone	-	3,12	0,58
1511	trans-chrysanthémal	-	-	0,22
1551	linalool	1,14	-	1,20
1567	acétate de menthyle	-	8,59	1,55
1574	isonéral	1,46	-	1,11
1577	isopulegol	-	0,14	-
1601	2-undécanone	0,39	-	-
1607	terpinen-4-ol	-	0,57	0,51

1646	menthol	-	31,54	5,90
1651	pulégone	-	1,31	1,01
1668	(E)- β -farnesene	-	0,19	-
1677	δ -terpinéol	-	0,14	-
1686	néral	32,83	-	22,36
1694	trans-carvéol,	-	-	0,21
1702	α -terpinéol	-	0,22	-
1712	germacrène D	-	0,71	-
1736	pipéritone	-	0,30	0,38
1737	carvone	-	0,59	-
1738	géranial	41,49	-	26,9
1771	citronellol	0,31	-	0,22
1805	nérol	0,21	-	-
1812	2-tridecanone	0,23	-	0,24
1852	géranol	3,49	-	2,05
Total		96,16 %	92,22 %	96,97 %
Monoterpènes oxygénés		80,78 %	85,75 %	71,57 %
Monoterpènes hydrocarbonés		14,27 %	5,11 %	19,98 %
Autres composés		1,11 %	1,36 %	5,42 %

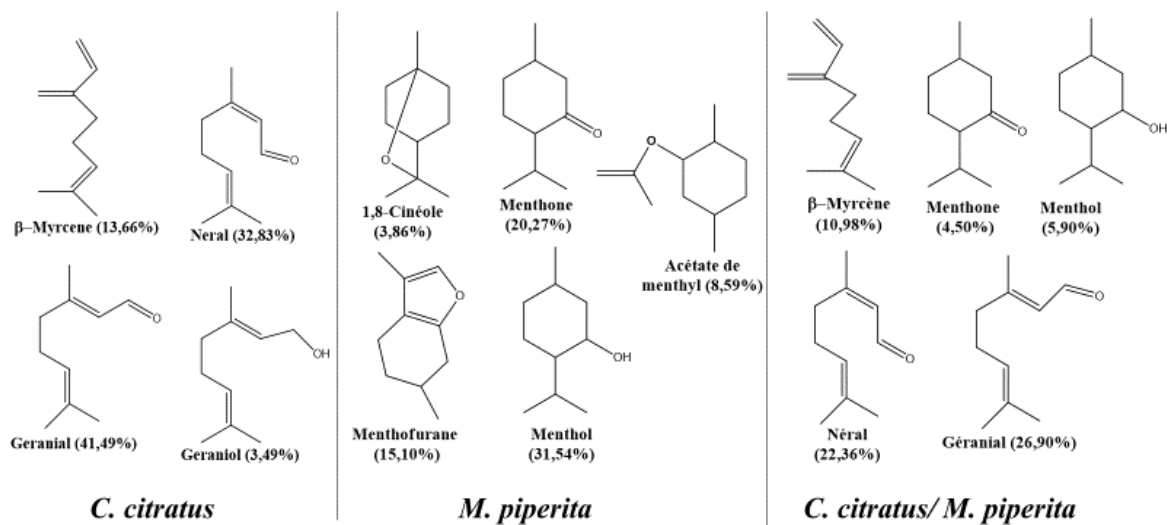


Figure 1 : Structures des constituants majoritaires des huiles essentielles.

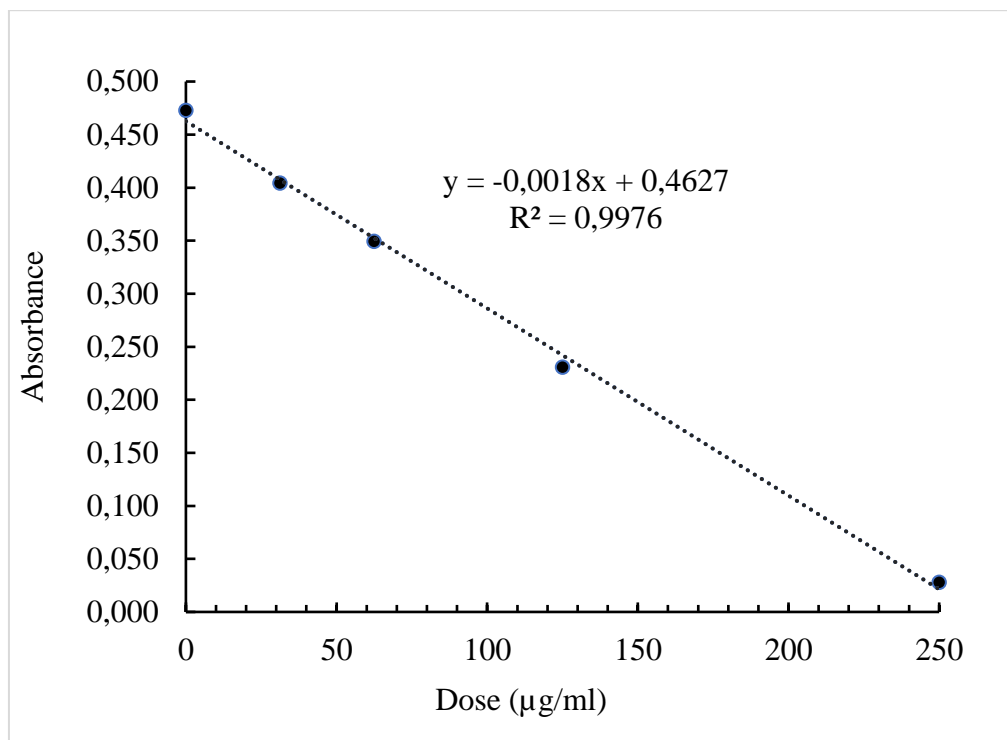


Figure 2 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.

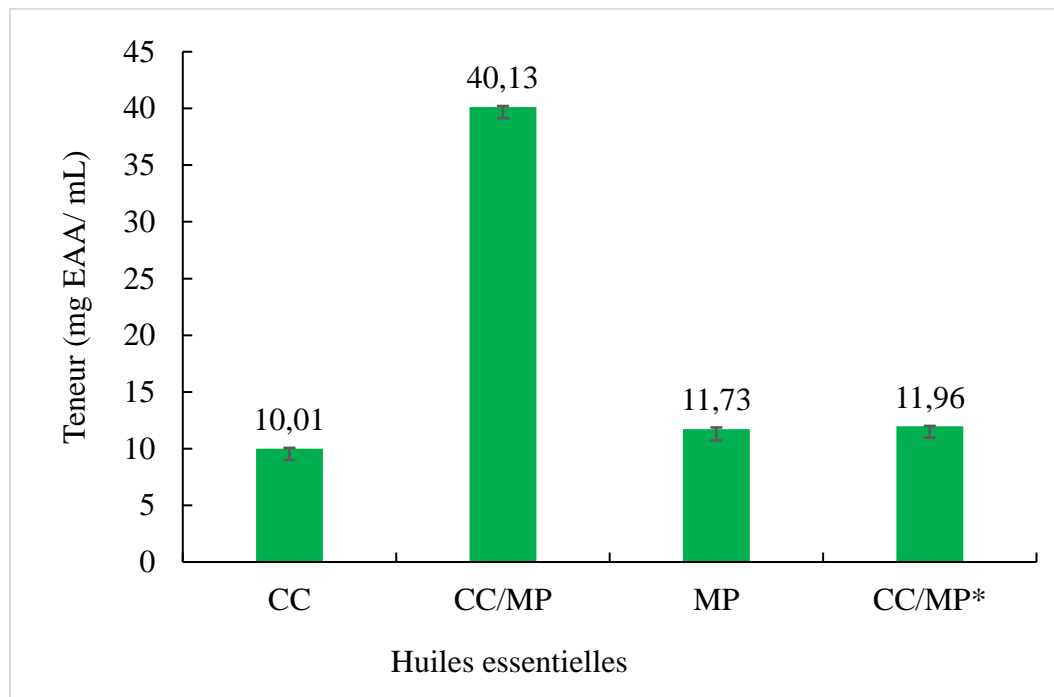


Figure 3 : Teneurs en antioxydants des huiles essentielles.

CC : essence de *C. citratus* ; MP : essence de *M. piperita* ; CC/MP : essence obtenue par codistillation des deux plantes ; CC/MP* : essence obtenue par combinaison des essences pures des deux plantes.

DISCUSSION

L'huile essentielle de *M. piperita* de notre étude a été extraite avec un rendement (1,29%) plus élevé que ceux des huiles essentielles du Congo (Likibi et al., 2015) et du Bénin (Degnon et al., 2016) qui étaient respectivement de 0,52% et 0,45%. Il est en revanche plus faible que celui de l'essence du Centre du Burkina Faso qui était de 1,9% (Bassolé et al., 2010). Quant à l'huile essentielle de *C. citratus* de notre étude, le rendement d'extraction (1,05%) est comparable à celui de l'essence du Bénin qui était de 1,10% (Degnon et al., 2016). Cependant, l'espèce de la Côte d'Ivoire étudiée par Kanko et al. (2004) avait un rendement d'extraction plus faible (0,7%).

La composition chimique de l'huile essentielle de *C. citratus* de notre étude est dominée par le citral (géraniol et néral) et le myrcène. Cette composition est en accord avec celles obtenues dans plusieurs pays où les constituants majoritaires étaient le citral et le myrcène. En effet, Bassolé et al. (2011) ont identifié comme constituants majoritaires de l'huile essentielle de *C. citratus* du Centre du Burkina Faso, le géraniol (48,1%), le néral (34,6%) et le myrcène (11,0%). De même, l'huile essentielle de *C. citratus* du Sud du Bénin contenait majoritairement le géraniol (41,3%), le néral (33%) et le myrcène (10,4%) (Gbenou et al., 2013). Cependant, la composition chimique de l'huile essentielle de *C. citratus* de la Côte d'Ivoire était différente de celle de notre étude (Kanko et al., 2004). En effet, l'équipe de Kanko ont obtenu une huile essentielle dominée par le myrcène (67%) tandis que le citral, habituellement identifié comme constituant majoritaire de cette essence ne représentait que 12% du mélange total.

L'huile essentielle de *M. piperita* de notre étude, qui contient majoritairement le menthol, l'acétate de menthyle, la menthone, le menthofurane et le 1,8-cinéole est semblable à celles étudiées dans de nombreux pays notamment au Congo (Likibi et al., 2015), en

Iran (Mohammed et al., 2012), au Burkina Faso (Bassolé et al., 2010), au Maroc (Derwich et al., 2010), etc. Cependant, l'huile essentielle de la même espèce de la Turquie présentait une toute autre composition chimique. En effet, elle contenait majoritairement le (+) -menthol (38,06%), le menthol (35,65%) et le néomenthol (6,73%) (Kizil et al., 2010). De même, l'huile essentielle de *M. piperita* du Sud Bénin étudié par Degnon et al. (2016) était différente de celle de notre étude. Bien qu'elle contienne tous les composés majoritaires que nous avons identifiés, on note tout de même des variations très importantes au niveau des teneurs. En effet, ces auteurs ont obtenu comme constituants majoritaires le menthol (46,7%), le néomenthol (8,28%), la menthone (7,4%), l'acétate de menthyle (6,7%), le 1,8-cinéole (6,5%) et l'isomenthol (4,8%). Le menthofurane avait une teneur de 1,6% alors qu'il a été identifié dans l'essence de notre étude à une teneur très élevée (15,1%).

Les facteurs génétiques, la zone de collecte, le stade de développement de la plante, la saison de récolte et/ou l'environnement de la plante et les réactions dans le temps, au sein de la plante justifieraient les différences de rendement et de composition chimique des huiles essentielles d'une même espèce végétale (Degnon et al., 2016).

L'huile essentielle obtenue par co-distillation contient la quasi-totalité des composés majoritaires identifiés dans les essences pures des deux plantes mais à des teneurs plus faibles. A contrario, certains composés mineurs des essences pures tels que l' α -pinène, le 1,8-cinéole, le p-cymène, la 6-méthylhept-5-èn-2-one et le linalol ont été identifiés avec des teneurs plus élevées. On note en outre l'identification de l' α -phellandrène dans l'huile essentielle obtenue par co-distillation à une teneur non négligeable (1,51%) et n'étant pas présent dans les essences pures des deux plantes extraites séparément. Des observations similaires avaient déjà été rapportées par Hay (2015) lors de la co-

distillation de *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris* et *Camaldula officinalis*. Les faibles teneurs constatées de certains composés dans l'huile essentielle obtenue par co-distillation seraient dues d'une part à un effet de dilution induit par le mélange des plantes et d'autre part à des réactions chimiques qui se seraient produites au cours de la co-distillation ; ce qui justifie l'identification d'autres composés à des teneurs plus élevées et l'apparition de nouveaux composés.

Les résultats des tests sur le pouvoir antiradicalaires des huiles essentielles pures montrent que l'huile essentielle de *M. piperita* a un potentiel antiradicalaire (11,73 mg EAA/ml) comparable à celui de l'essence de *C. citratus* (10,10 mg EAA/ml). L'activité antiradicalaire de l'huile essentielle de *M. piperita* serait due à la présence de ses composés majoritaires notamment la menthone, l'isomenthone, le 1,8-cineole (Mimica-Dukic et al., 2003) et le menthol (Kpadenou et al., 2019). Quant à l'huile essentielle de *C. citratus*, l'activité serait due la présence du citral et du géraniol (Bayala et al., 2018).

L'huile essentielle obtenue par la co-distillation a un pouvoir antiradicalaire de 40,13 mg EAA/ml contre 11,96 mg EAA /ml pour celle obtenue par la combinaison des essences pures. Le pouvoir antiradicalaire de l'huile essentielle obtenue par la co-distillation était environ quatre fois plus élevé que celui du mélange des essences pures. Ce résultat justifie l'utilisation traditionnelle des combinaisons de plantes aromatiques dans la gestion de certaines maladies notamment celles liées à l'oxydation. La différence d'efficacité entre ces deux types de formulations serait aussi liée à leur composition chimique. En effet, l'huile essentielle obtenue par la co-distillation contient une diversité de molécules qui proviennent non seulement de chacune de ces plantes mais aussi, probablement, de réactions qui ont eu lieu lors de la co-distillation. L'efficacité de cette dernière serait donc due à

une action de synergie de cette diversité moléculaire (Bouzouita et al., 2008).

Conclusion

Cette étude montre que la co-distillation des plantes aromatiques permet d'obtenir des huiles essentielles contenant une diversité de molécules qui proviennent non seulement des plantes co-distillées mais aussi de réactions chimiques qui ont lieu au cours de la co-distillation sous l'influence de certains paramètres qui méritent d'être élucidés. La co-distillation, en plus de permettre l'obtention de mélange d'huile essentielle en une seule extraction et qui présente des caractéristiques olfactives différentes de celles des huiles essentielles pures a permis d'améliorer l'activité antioxydante des huiles essentielles de *C. citratus* et de *M. piperita*. Cette voie d'obtention des mélanges d'huiles essentielles qui est très économique en termes d'énergie (d'où une baisse du prix de production) ouvre des perspectives intéressantes dans la recherche d'antioxydants naturels en vue de la gestion du stress oxydatif, à l'origine de nombreuses maladies. Des études ultérieures permettront de déterminer les proportions convenables de ces plantes à co-distiller en vue d'optimiser les propriétés antioxydantes de leurs huiles essentielles.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Service de Chimie Thérapeutiques et de Pharmacognosie, Faculté de Médecine et Pharmacie, Université de Mons, Belgique pour l'analyse chimique des huiles essentielles.

REFERENCES

- Babushok VI, Linstrom PJ, Zenkevich IG. 2011. Retention Indices for Frequently Reported Compounds of Plant Essential Oils. *J. Phys. Chem. Ref. Data*, **40**(4): 043102. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.3653552>

- Bassolé IHN, Lamien-Méda A, Bayala B, Tirogo S, Franz C, Novak J, Nebié RCH, Dicko MH. 2010. Composition and Antimicrobial Activities of *Lippia multiflora* Moldenke, *Mentha x piperita* L. and *Ocimum basilicum* L. Essential Oils and Their Major Monoterpene Alcohols Alone and in Combination. *Molecules*, **15**: 7825-7839. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules15117825>
- Bassolé IHN, Lamien-Méda A, Bayala B, Obame LC, Ilboudo AJ, Franz C, Novak J, Nébié RHC, Dicko MH. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon giganteus* essential oils alone and in combination. *Phytomedicine Int. J. Phytother. Phytopharm*, **18**: 1070-1074. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2011.05.009>
- Bayala B, Bassolé IHN, Gnoula C, Nebié RCH, Yonli A, Morel L, Figueredo G, Nikiema JB, Lobaccaro JMA, Simporé J. 2014. Chemical composition, antioxidant, anti-inflammatory and anti-proliferative activities of essential oils of plants from Burkina Faso. *PloS One*, **9**(3): e92122. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092122>
- Bayala B, Bassolé IHN, Maqdasy S, Baron S, Simporé J, Lobaccaro JA. 2018. *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon giganteus* essential oils have cytotoxic effects on tumor cell cultures. Identification of citral as a new putative anti-proliferative molecule. *Biochimie*, **153**: 162-170. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2018.02.013>
- Bouzouita N, Kachouri F, Ben Halima M, Chaabouni MM. 2008. Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. *J. Soc. Chim. Tunisie*, **10**: 119-125.
- Dabiré CM, Nebié RHC, Belanger A, Nacro M, Sié Sib F. 2011. Effet du séchage de la matière végétale sur la composition chimique de l'huile essentielle et l'activité antioxydante d'extraits d'*Ocimum basilicum* L. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(3): 1082-1095. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i3.72218>
- Degnon GR, Adjou ES, Metome G, Dahouenon-Ahoussi E. 2016. Efficacité des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* et de *Mentha piperita* dans la stabilisation du lait frais de vache au Sud du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(4) : 1894-1902. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i4.37>
- Derwich E, Benziane Z, Taouil R, Senhaji O, Touziani M. 2010. Aromatic plants of Morocco: GC/MS analysis of essential oils of leaves of *Mentha piperata*. *Advances in Environmental Biology*, **4**(1): 80-85. link.gale.com/apps/doc/A235280668/AONE
- Devlieghere F, Vermeulen A, Debevere JC. 2004. Chitosan: Antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. *Inter. J. Microbiol Alimentaire*, **21**(6): 703-714. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2004.02.008>
- Gbenou JD, Ahounou JF, Akakpo HB, Laleye A, Yayi E, Gbaguidi F, Baba-Moussa L, Darboux R, Dansou P, Moudachirou M, Kotchoni SO. 2013. Phytochemical composition of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus citriodora* essential oils and their anti-inflammatory and analgesic properties on Wistar rats. *Mol. Biol. Rep.*, **40**(2): 1127-1134. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11033-012-2155-1>

- Gholoum FA. 2013. Antimicrobial Effect of Some Plants and Herbs. *Int. J. Eng. Sci.*, **3**(11): 20-29. www.Researchinventy.Com
- Gutierrez J, Barry-Ryan C, Bourke P. 2008. The Antimicrobial Efficacy of Plant Essential Oil Combinations and Interactions with Food Ingredients. *International Journal of Food Microbiology*, **124**(1): 91-97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2008.10.008>
- Hay YOM. 2015. La complexité des simples caractérisations chimique et biologique de combinaisons hydrolats-huiles essentielles et huiles essentielles-huiles essentielles pour l'objectivation d'effets conservateurs de produits phytothérapeutiques. p. 4, 103-106. Thèse de doctorat, Université de Toulouse.
- Kanko C, Sawaliho BEH, Kone S, Koukoua G, N'Guessan YT. 2004. Étude des propriétés physico-chimiques des huiles essentielles de *Lippia multiflora*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon giganteus*. *C. R. Chimie*, **7**(10-11): 1039-1042. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crci.2003.12.030>
- Kizil S, Hasini N, Tolan V, Kilingç E, Yüksel U. 2010. Mineral content, essential oil components and biological activity of two *Mentha* Species (*M. piperata* L., *M. spicata* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, **15**(2): 148-153. DOI: <https://dergipark.org.tr/en/pub/tjfc/issue/17127/179140>
- Kpadonou D, Alianto F, Kpadounou-Kpoviessi B, Agbani P, Gbaguidi F, Baba-Moussa L, Moudachirou M, Kpoviessi S. 2019. Relations entre composition chimique, activité antioxydante et toxicité des huiles essentielles de deux espèces de *Cymbopogon* acclimatés au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(2): 1201-1209. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.48>
- Likibi BN, Tsiba G, Madiélé AB, Nsikabaka S, Moutsamboté JM, Ouamba JM. 2015. Constituants chimiques de l'huile essentielle de *Mentha piperata* L. (Lamiaceae) du Congo. *J. Appl. Biosci.*, **92**: 8578-8585. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v92i1.2>
- Mimica-Dukić N, Božin B, Soković M, Mihajlović B, Matavulj M. 2003. Antimicrobial and antioxidant activities of three *Mentha* species essential oils. *Planta Medica*, **69**(05): 413-419. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2003-39704>
- Mohammad JS, Marjan M, Kamiar Z, Keyvan P, Ramin M, Kimia H. 2012. Chemical composition, antifungal and antibiofilm activities of the essential oil of *Mentha piperata* L. *International Scholarly Research Network Pharmaceuticals*, **6**. DOI: <https://doi.org/10.5402/2012/718645>
- Nébié RHC, Tiemtoré A, Yaméogo RT. 2009. Etude de l'effet insecticide de mélanges d'huiles essentielles sur *Callosobruchus maculatus* F. prédateur du niébé. *Science et Technique, Sciences Appliquées et Technologies*, **3**(1 et 2).
- Nicolas J-P. 2009. *Plantes Médicinales pour le Soins de la Famille au Burkina Faso. Jardin du monde*. Imprimerie Djiffon.
- Rezaie A, Parker RD, Abdollahi MM. 2007. Oxidative Stress and Pathogenesis of Inflammatory Bowel Disease: an Epiphenomenon or the Cause? *Digestive Diseases and Sciences*, **52**(9): 2015-2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10620-006-9622-2>
- Sacchetti G, Maietti S, Muzzoli M, Scaglianti M, Manfredini S, Radice M, Bruni R. 2011. Comparative Evaluation of 11 Essential Oils of Different Origin as Functional Antioxidants, Antiradicals and Antimicrobials in Foods. *Food Chemistry*, **91**(4): 621-632. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.031>

- Samaté AD. 2002. Compositions chimiques d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : Valorisation. Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, p. 91.
- Sarr SO, Fall AD, Gueye R, Diop A, Diatta K, Diop N, NDiaye B, Diop YM. 2015. Etude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Vitex doniana* (*Verbenaceae*). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(3): 1263-1269. DOI : <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.11>
- Houbairi S, Elmiziani I, Lamiri A, Essahli M. 2015. Comparison of the antioxidant activity of aromatic medicinal plants of Moroccan origin. *European Journal of Medicinal Plants*, **10**(4): 1-10. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>
- Subhasree B, Baskar R, Laxmi KR, Lijina SR, Rajasekaran P. 2009. Evaluation of antioxydant potential in selected green leafy vegetables. *Food Chemistry*, **115**(4): 1213-1220. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.029>
- Stein S, Mirokhin D, Tchekhovskoi D, Mallard G, Mikaia A, Zaikin V. 2002. The NIST Mass Spectral Search Program for the NIST/EPA/NIH Mass Spectra Library. Gaithersburg, MD: Standard Reference Data Program of the National Institute of Standards and Technology.
- Tadhani MB, Patel VH, Subhash R. 2007. In vitro antioxidant activity of *Stevia rebaudiana* leaves and callus. *Journal of Food Composition and Analysis*, **20**(3-4): 323-329. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fca.2006.08.004>
- Zerbo P, Millogo-Rasolodimby J, Nacoulma-Ouédraogo OG, Van Damme P. 2011. Plantes médicinales et protiques médicinales au Burkina Faso : cas des Sanan. *Bois & Forêts des Tropiques*, **307**: 41-53. DOI : <https://doi.org/10.19183/bft2011.307.a20481>