



Effet du séchage de la matière végétale sur la composition chimique de l'huile essentielle et l'activité antioxydante d'extraits de *Ocimum basilicum* L.

Constantin DABIRE¹, Roger H.C. NEBIE^{2*}, André BELANGER³,
Mouhousine NACRO¹ et Faustin S. SIB⁴

¹ Laboratoire de Chimie Organique et de Physique Appliquée, Université de Ouagadougou, 03 BP 7021
Burkina Faso.

² Département Substances Naturelles/IRSAT/CNRST ; 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

³ Centre de recherche et de développement en horticulture, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 430 boul.
Gouin, Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec), Canada.

⁴ Laboratoire de Chimie Organique : Structure et Réactivité, Université de Ouagadougou, UFR/SEA 03 BP
7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

* Auteur Correspondant, E-mail: neroch@hotmail.com

RESUME

Dans cette étude, l'effet du séchage des parties aériennes (feuilles + inflorescences) de *Ocimum basilicum* L. sur le rendement d'extraction, la composition chimique de l'huile essentielle et son pouvoir antioxydant a été évalué. Les résultats d'analyse montrent que les composés majoritaires de l'huile essentielle obtenue par hydrodistillation des parties aériennes fraîches du basilic sont respectivement le linalol (48,7%), l'eugénol (27,4%), le trans- α -bergamotène (5,4%) et le δ -cadinol (3,4%). Pendant le séchage des feuilles, le taux de linalol augmente jusqu'à 80% alors que celui de l'eugénol décroît jusqu'à moins de 1%. L'effet du séchage de la matière végétale provoque une modification très importante de l'activité antioxydante des extraits de basilic. En effet, après 23 jours de séchage, on observe une baisse de plus de 87% du pouvoir antioxydant de l'huile essentielle ; par contre, celui des extraits (eau et éthanol) connaît une augmentation, puis décroît après 15 jours de séchage.

© 2011 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Ocimum basilicum*, huile essentielle, extraits aux solvants, effet de séchage, rendement d'extraction, composition chimique, pouvoir antioxydant.

INTRODUCTION

Le genre *Ocimum* de la famille des Lamiaceae regroupe au moins 60 espèces et plusieurs variétés à travers le monde (Srivastava, 1982 ; Mondello et al., 2002). Il représente une importante source d'huile essentielle utilisée en industries : alimentaire, parfumerie cosmétique et pesticides (Darrah, 1974 ; Albuquerque, 1996 ; Pascual-Villalobos et Ballesta-Acosta, 2003 ; Koba et

al., 2009). Des *Ocimum* sp. sont également utilisés en médecine traditionnelle pour différentes applications dans beaucoup de pays africains et asiatiques (Yusuf et al., 1994).

Ocimum basilicum est l'une des espèces les plus étudiées du genre *Ocimum*. Dans la littérature, des propriétés biologiques intéressantes ont été décrites pour cette espèce. En effet, l'huile essentielle a des

© 2011 International Formulae Group. All rights reserved.

propriétés insecticides contre *Callosobruchus maculatus*, principal prédateur des grains de niébé au cours du stockage (Keita et al., 2000 ; Kétoh et al., 2002 ; Seung-Joo et al., 2005 ; Paliteo et al., 2007) ; des propriétés antioxydantes, antibactériennes, antifongiques (Opalchenova et Obreshkova, 2003 ; Abdullah et al., 2008 ; Koba et al., 2009 ; Bassolé et al., 2010 ; Runyoro et al., 2010) et des propriétés antimutagènes (Beric et al., 2008) ont également été rapportées.

L'huile essentielle de l'espèce a été très étudiée à travers le monde. Les résultats rapportés montrent l'existence de plusieurs chimiotypes de *O. basilicum* (Nébié et al., 2002 ; Isa et al., 2006). En Afrique de l'ouest on peut citer les chimiotypes à linalol et à estragole au Bénin (Modachirou et al., 1999), au Mali (Chalchat et al., 1999) et en Côte d'Ivoire (Tonzibo et al., 2000a) ; les chimiotypes à linalol/eugénol, à estragole et à α -terpinéol au Burkina Faso (Samaté et al., 1992 ; Nébié et al., 2002 ; Nébié et al., 2010) ; les chimiotypes à estragole, à linalol/estragole, à méthyleugénol, à méthyleugénol/t-anéthole, à t-anéthole mis en évidence au Togo (Sanda et al., 1998 ; Koba et al., 2009).

Comme on peut le constater, de nombreuses propriétés biologiques intéressantes sont attribuées à *O. basilicum* et comme les extraits de la plante ont une faible toxicité (Fandohan et al., 2008 ; Maurya et al., 2009), l'exploitation médicinale de l'espèce est un sujet porteur. Mais, outre le polymorphisme chimique qui peut être un obstacle à la valorisation de l'huile essentielle de *O. basilicum*, les conditions de traitement de la matière végétale ont également une forte influence entre autres, sur la composition chimique de cette huile essentielle. En effet, dans un travail antérieur, nous avons rapporté l'influence du séchage des feuilles de *O. basilicum* sur la composition chimique de l'huile essentielle qui en est extraite (Nébié et al., 2007). Dans le présent travail, l'impact de l'effet du séchage des feuilles sur l'activité antioxydante de l'huile essentielle et des extraits aux solvants est discuté.

MATERIEL ET METHODES

Matière végétale

La matière végétale de *O. basilicum* (feuilles et inflorescences) provient des parcelles de cultures mises en place sur la station expérimentale de l'Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT) à Ouagadougou au Burkina Faso (coordonnées GPS : 12°25'470'' latitude nord et 1°29'251'' longitude ouest).

Méthode d'étude de l'effet du séchage

Après la récolte, la biomasse végétale utile est répartie en douze (12) lots qui sont mis à sécher au laboratoire à température ambiante. L'expérience a eu lieu en septembre 2010 et la température est comprise entre 30 et 35°. La première extraction est faite à l'état frais le jour de la récolte, la seconde 24 heures après, et les autres extractions sont faites à intervalle de 48 heures.

Extraction des huiles essentielles

Les échantillons d'huile essentielle sont obtenus par hydrodistillation à l'aide d'un appareil du type Clevenger pendant 3 heures. Lors de la distillation, l'huile essentielle est piégée dans l'hexane placé en haut de l'extracteur. Le mélange est collecté par décantation, puis séché sur sulfate de sodium anhydre. L'huile essentielle est récupérée après évaporation de l'hexane sous azote. Les rendements d'extraction sont calculés en tenant compte du taux de matière sèche de la plante selon la relation :

$$R (\%) = \frac{\text{Masse d'huile (g)}}{Mv \times Ts (g)} \times 100$$

Où :

Mv : Masse de la matière végétale

Ts : taux de matière sèche de la matière végétale

L'huile essentielle extraite et séchée est conservée dans des flacons en verre ambré hermétiquement fermés et conservés au réfrigérateur à 4 °C jusqu'à l'analyse.

Extraits au solvant

Les extraits ont été obtenus avec de l'éthanol 60% et l'éthanol 96%, et aussi par la décoction. Pour les extraits au solvant, 2 g de matériel végétal ont été extraits avec 20 mL d'éthanol 60% et d'éthanol 96%, par macération sous agitation magnétique pendant 24 h. La solution est filtrée et le filtrat (extrait) est gardé au réfrigérateur pour les tests ultérieurs. Pour la décoction, 2 g de matériel végétal sont portés à ébullition pendant 15 min avec environ 30 mL d'eau distillée. Après refroidissement, la solution est filtrée et le filtrat est gardé au réfrigérateur pour les tests ultérieurs.

Analyses par Chromatographie en phase gazeuse

L'analyse des échantillons d'huile essentielle est faite à l'aide d'un Chromatographe VARIAN 3800 équipé de deux colonnes capillaires l'une polaire et l'autre apolaire (SUPELCOWAX 30 m ; 0,25 mm et SPB1 30 m ; 0,2 mm ; dans chaque cas la taille des particules de la colonne est de 0,25 µm). La température du four est programmée de la manière suivante : 40 °C à 240 °C (2 °C/mm) et stationnaire à 240 °C pendant 40 minutes. L'injecteur et le détecteur sont respectivement à 230 °C et 250 °C, le gaz vecteur utilisé est l'hélium dépourvu de toute impureté organique.

Analyses par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS)

Les analyses par GC/MS sont réalisées sur GC de type Hewlett Packard 5890 équipé d'une colonne capillaire SPB1 (30 m; 0,25 mm; 0,25 µm) et d'un «Mass Selective Detector» Series 5972, colonne SPB-1 de marque Hewlett Packard également. La température du détecteur est de 280 °C; celle de l'injecteur de 210 °C; la température du four est programmée telle que précédemment; celle de la ligne de transfert est de 280 °C.

Les constituants sont identifiés par comparaison : (i) des indices de Kovats avec

ceux de la banque de données ESO (1997), (ii) des spectres de masse obtenus avec ceux des données de la littérature (Koshy et al., 1980; Swigar et al., 1981 ; Adams, 1995; Joulain et al., 1998).

Détermination de l'activité antioxydante (AAO)

L'activité antioxydante de l'huile essentielle et des extraits au solvant est déterminée par la méthode de 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Nous avons d'abord établi une courbe d'étalonnage en préparant une gamme de solutions d'acide ascorbique (AA) de concentration variant de 0 à 25 µg/ml dont l'équation de droite est la suivante : $y = -0,0408x + 1,083$. 2 mL de la solution de DPPH 10^{-4} M sont ajoutés à la solution d'AA à différentes concentrations. 30 min après le mélange, les absorbances sont mesurées à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre CIBA-CORNING UV-VIS contre l'éthanol comme le blanc.

Pour évaluer l'AAO des huiles essentielles, 10 µL d'une solution d'huile essentielle à 0,4% dans l'éthanol (20 µL sont dissoutes dans 5 mL d'Ethanol) sont ajoutés à 2 mL de la solution de DPPH. 30 min après le début du mélange, les absorbances sont mesurées à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre CIBA-CORNING UV-VIS contre l'éthanol comme le blanc. A partir des valeurs d'absorbance obtenues, nous avons déterminé le « potentiel antioxydant » de chaque échantillon d'huile essentielle. Les résultats, déterminés à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage, sont exprimés en mg d'équivalents d'acide ascorbique par mL d'huile essentielle (mg d'EAA/ mL d'HE).

Pour évaluer l'AAO des différents extraits, 100 µL de chaque type d'extrait, convenablement dilués, sont utilisés en lieu et place de l'huile essentielle. Les résultats, déterminés à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage, sont exprimés en mg d'équivalents d'acide ascorbique par gramme de matériel végétal (mg d'EAA/g matériel végétal).

RESULTATS

Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction de l'huile essentielle de l'espèce est de 1,10% à partir de la matière végétale fraîche. Au cours du séchage des feuilles, le rendement diminue pour atteindre 0,79% après 23 jours de séchage comme le montre la courbe expérimentale matérialisée par la Figure 1.

Composition chimique de l'huile essentielle

L'huile essentielle des feuilles fraîches de l'espèce contient en majorité du linalol (environ 49%), de l'eugénol 2(7%), du tran- α -bergamotène (5%) et du δ -cadinol (3%). La Figure 2 donne les formules des composés majoritaires de l'huile essentielle.

La composition chimique de l'huile essentielle est comparable à celle décrite précédemment au Burkina Faso par Samaté et al. (1992) et Nébié et al. (2002).

Au cours du séchage, les teneurs en composés majoritaires de l'huile essentielle subissent des variations comme le montrent les données regroupées dans le Tableau 1.

Activité antioxydante

Le Tableau 2 présente l'activité antioxydante des huiles essentielles et des extraits de *O. basilicum* au cours du séchage du matériel végétal.

Les résultats réunis dans ce Tableau 2 montrent que l'AAO varie au cours du séchage, que ce soit pour les huiles essentielles ou pour les extraits obtenus aux solvants.

L'HE obtenue à partir du matériel végétal frais présente l'AAO la plus élevée, avec environ 170 mg d'EAA/ mL. Mais cette activité antioxydante diminue fortement en fonction du temps de séchage des feuilles.

En ce qui concerne les extraits éthanoliques et le décocté, on remarque également que l'AAO varie non seulement avec le temps de séchage, mais également avec les conditions d'extraction. Le décocté présente la meilleure AAO par rapport aux extraits à l'éthanol 60% et l'éthanol 96%. Au cours du séchage, l'AAO du décocté et des extraits à l'éthanol augmente fortement entre le 7^e et le 15^e jour de séchage puis on observe une diminution.

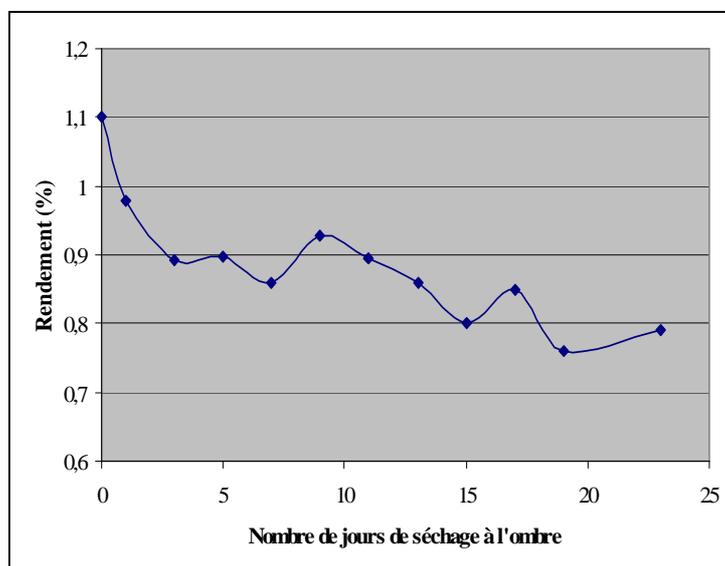


Figure 1: Variation du rendement d'extraction de l'huile essentielle de *Ocimum basilicum* en fonction du temps de séchage de la matière végétale.

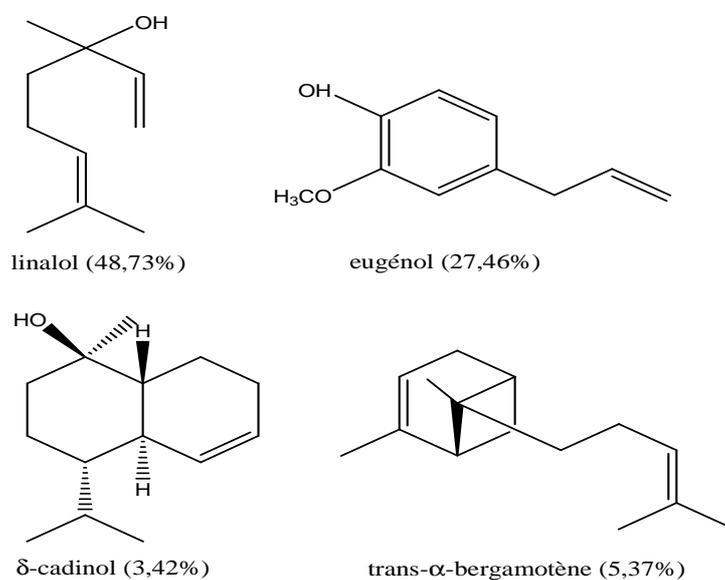


Figure 2 : Composés majoritaires de l'huile essentielle des feuilles fraîches de *O. basilicum*.

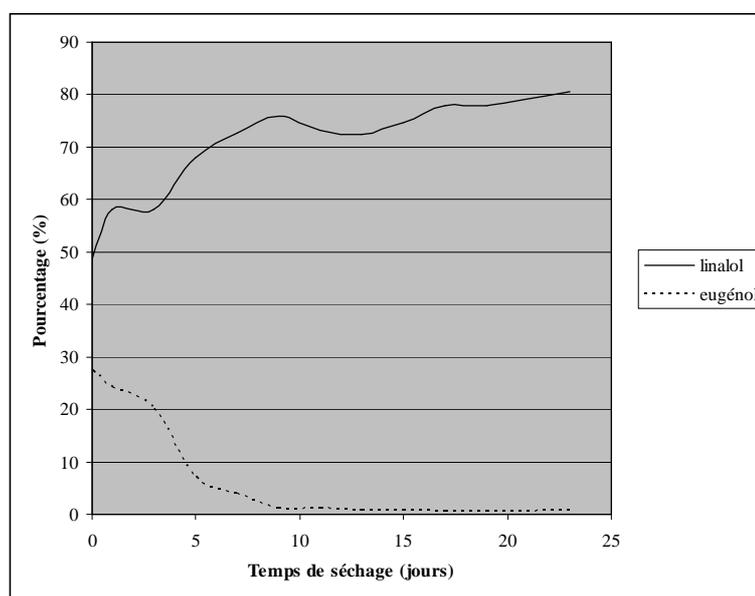


Figure 3: Variation des teneurs en linalol et en eugénol dans l'huile essentielle de *O. basilicum* en fonction du temps de séchage de la matière végétale.

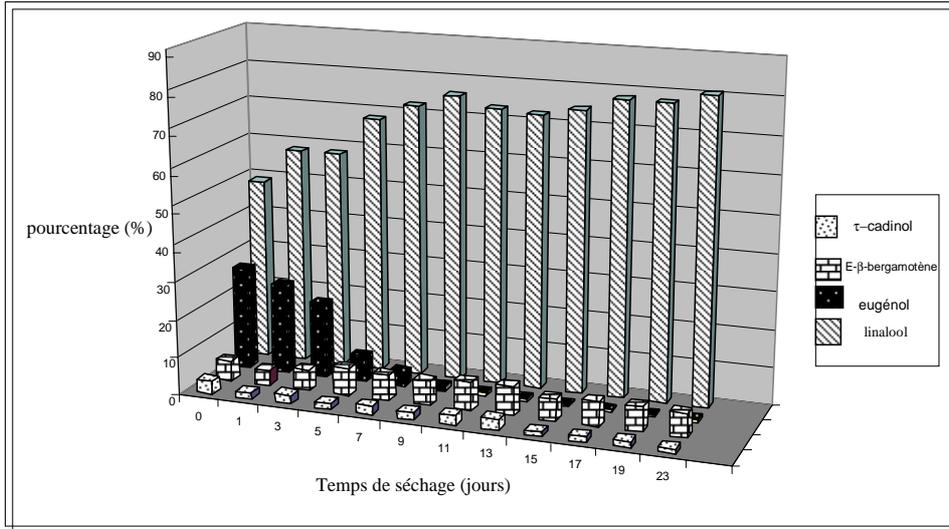


Figure 4: Variation de la teneur en composés majoritaires de l'huile essentielle de *O. basilicum*, en fonction du temps de séchage de la matière végétale.

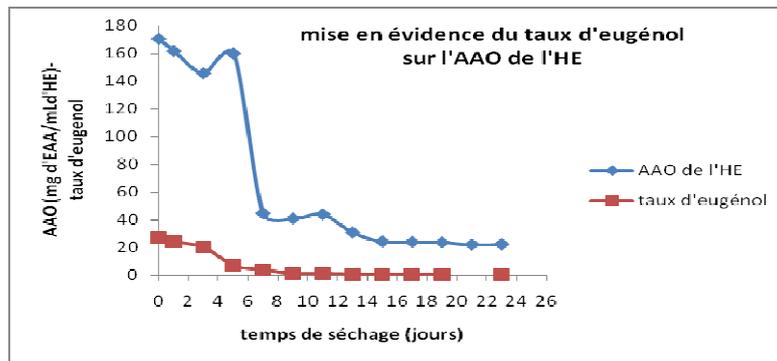


Figure 5: Influence du temps de séchage sur la teneur en eugénol et l'AAO de l'HE de *O. basilicum*.

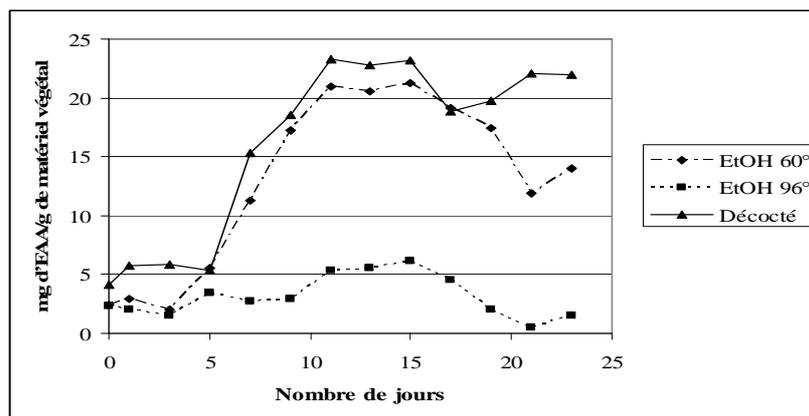


Figure 6 : Evolution de l'activité antioxydante des extraits éthanoliques et du décocté en fonction du temps de séchage des feuilles de *O. basilicum*.

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile essentielle de *O. basilicum* en fonction du temps de séchage de la biomasse végétale.

Composés	temps de séchage	temps de séchage												I.K.
		0 j (frais)	1 jour	3 jours	5 jours	7 jours	9 jours	11 jours	13 jours	15 jours	17 jours	19 jours	23 jours	
α-pinène		0,07	-	-	-	0,1	-	0,11	-	-	-	0,08	0,08	933
β-pinène		0,08	0,09	0,09	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-	968
oct-1-én-3-ol		0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	971
myrcène		0,73	0,73	0,24	0,73	0,66	0,79	0,68	0,30	0,44	0,50	0,34	0,34	986
1,8-cinéole		1,57	0,93	0,65	0,93	1,19	1,49	1,33	0,92	1,18	1,19	1,00	0,55	1018
limonène		0,21	0,21	0,10	0,21	0,29	0,29	0,26	0,17	0,19	0,23	0,17	0,25	1022
trans-β-ocimène	1,21	1,21	1,21	1,21	0,66	0,66	1,21	1,21	0,61	0,50	0,61	0,46	1048	
fenchone		0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1072
terpinolène		0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,26	1088
linalol		48,73	58,05	58,07	68,10	72,57	75,80	73,31	72,56	74,56	77,99	77,79	80,66	1103
camphre		1,20	1,04	1,07	1,84	1,31	1,04	1,41	1,14	2,01	1,55	1,41	1,43	1123
bornéol		0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	1,51	1,14	1,51	0,17	1151
α-terpinéol		0,49	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,49	0,49	1172
géraniol		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1243
géraniol		0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	1250
acétate de bornyle	1,06	0,73	0,73	1,23	1,02	1,08	1,11	1,18	0,97	1,16	1,14	1,38	1271	
eugénol		27,46	24,12	20,34	7,11	3,91	1,32	1,14	0,71	0,63	0,56	0,55	0,68	1337
méthyl-eugénol	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,42	0,44	1374	
β-élémyène		0,13	0,13	0,13	1,05	0,76	0,76	0,84	0,91	0,50	0,74	0,58	0,67	1380
trans-α-bergamotène	5,37	4,10	5,48	7,30	6,78	6,47	7,61	7,84	5,87	6,60	6,77	6,36	1427	
α-humulène		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1436
β-copaène		0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	1446
trans-β-farnésène	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	1451	
germacrène D		0,29	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,22	0,22	0,22	0,22	1465
sesquibinène B	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	1475	

Bicyclogermacrène	0,38	0,38	0,38	0,38	1,15	1,18	0,38	1,46	0,89	1,10	1,21	1,01	1482	
germacrène A		0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,30	0,30	0,30	1490	
α -bulnésène		0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	1494	
trans-calaménène	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,19	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	1502	
β -sesquiphellandrène	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	1514	
spathulénil		0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	1550	
1,10-diépi-cubénol	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	1586	
τ -cadinol		3,42	1,67	2,40	1,48	2,28	2,00	2,63	3,03	1,07	1,39	1,67	1,22	1607
Total des %		97,47	99,39	96,89	97,57	98,36	99,10	98,07	97,46	99,64	99,86	99,97	99,85	

Tableau 2 : Activité antioxydante d'extraits de *O. basilicum* en fonction du temps de séchage des feuilles.

Temps de séchage (jours)	Activité antioxydante en mg d'équivalent d'acide ascorbique				Variation du taux d'eugénol dans l'HE (%)
	EtOH 60% ¹	EtOH 96% ¹	Décocté ¹	HE ²	
0	2,43	2,33	4,13	170,37	27,46
1	2,93	1,98	5,75	161,70	24,12
3	1,97	1,56	5,84	145,59	20,34
5	5,5	3,42	5,3	159,82	7,11
7	11,25	2,74	15,37	44,57	3,91
9	17,25	2,97	18,59	40,80	1,32
11	21,01	5,39	23,31	43,86	1,14
13	20,58	5,54	22,78	30,85	0,71
15	21,29	6,15	23,14	24,20	0,63
17	19,12	4,5	18,85	23,91	0,56
19	17,47	1,99	19,73	23,62	0,57
21	11,93	0,51	22,07	22,05	-
23	14	1,51	21,96	22,32	0,68

¹: résultats exprimés en mg d'EAA/g de matériel végétal ; ²: résultats exprimés en mg d'EAA/ ml d'HE.

DISCUSSION

Rendements d'extraction de l'huile essentielle

Les rendements d'extraction de l'huile essentielle de *O. basilicum* subissent une variation notable en fonction du temps de séchage de la matière végétale. En effet, à l'état frais, le rendement est de 1,10% et passe à 0,97% après 24 heures de séchage et 0,79% après 23 jours de séchage, soit une baisse de près de 30%.

Après la récolte des feuilles de *O. basilicum*, l'activité de biosynthèse est réduite ce qui entraînerait une baisse de la production d'huile essentielle dans la matière végétale. La diminution du rendement peut être aussi due à des pertes par évaporation et/ou une activité de biosynthèse qui se poursuit longtemps après la récolte de la matière végétale (Tonzibo et al., 2000b). Dans le même sens, Baritoux et al. (1992) ont montré une diminution du rendement de l'huile essentielle de *O. basilicum* de 19%, 62% et 66% respectivement après 3, 6 et 7 mois de séchage des feuilles de la plante.

D'autres études sur l'effet de séchage de la biomasse sur le rendement d'extraction d'huile essentielle ont été réalisées avec d'autres espèces aromatiques et rapportées dans la littérature. On peut citer par exemple les travaux de Bonzi et al. (1997) sur l'effet de séchage des feuilles de *Eucalyptus camaldulensis* du Burkina Faso. En effet, après six mois d'expérience, les auteurs ont montré que l'effet du séchage des feuilles n'avait pas d'impact significatif sur le rendement d'extraction de l'huile essentielle et sur la composition chimique de l'huile essentielle.

Par contre, ceux de Zrira et al. (1995) montrent que le séchage des feuilles de *E. camaldulensis* acclimatées au Maroc pendant deux semaines, provoque une augmentation de 42% du rendement d'extraction de l'huile essentielle. Les résultats rapportés par Tonzibo et al. (2000b) sur le *E. citriodora* de Côte d'Ivoire montrent également un

accroissement de 50% à 100% du rendement d'extraction en fonction du temps de séchage des feuilles. L'accroissement du rendement d'extraction en huile essentielle a été mis en évidence également avec d'autres espèces d'Eucalyptus à travers le monde (Sandret, 1967 ; Singh et al., 1977 ; Singh et al., 1986). L'effet de séchage sur le rendement d'extraction de l'HE de *Grangea maderaspatana* a également été mis en évidence par Dabiré et al. (2010). Selon ces auteurs, c'est au bout de 7 jours de séchage que le rendement est optimum.

Composition chimique de l'huile essentielle

D'une manière générale, on constate au cours du séchage, une modification de la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles d'*O. basilicum*. Cette modification est remarquable au niveau des deux composés majoritaires (linalol et eugénol) de l'huile essentielle : le taux linalol augmente et passe de 48% à 80% tandis que celui de l'eugénol baisse de 27% à 0,6% après 23 jours de séchage à l'abri du soleil (Figure 3).

Au total, la variation de la composition chimique observée semble affecter plus le linalol et l'eugénol, tandis que les autres composés mineurs de l'huile essentielle sont peu affectés (Figure 4).

Le phénomène de variation de la composition chimique en fonction du séchage a été signalé la première fois par Baritoux et al. (1992) sur le basilic français. Les auteurs ont montré, que le séchage des feuilles provoquait la diminution des taux d'eugénol et de méthylchavicol, par contre ceux de linalol et de 1,8-cinéole augmentait dans le même temps. Antonelli et al. (1998) ont montré également que l'irradiation au rayon γ et le traitement au four à micro-ondes des feuilles sèches de basilic entraînaient également une modification prononcée de l'huile essentielle de la matière végétale traitée. En effet, avec le rayonnement γ , les auteurs ont noté une augmentation de la teneur en linalol et en estragole ; par contre, avec le

four à micro-ondes (chauffage) les teneurs des deux composés décroissent.

Les résultats rapportés par Tonzibo et al. (2000b) ont montré un phénomène d'interconversion possible entre le citronellal et l'isopulégol dans l'huile essentielle d'*E. citriodora* de Côte d'Ivoire au cours du séchage des feuilles. En effet, au cours du séchage, les taux des deux composés varient de manière inverse, ce qui avait permis aux auteurs de proposer un mécanisme d'interconversion possible entre les deux isomères. Dans notre cas, le phénomène semble plus complexe car le linalol et l'eugénol ne sont pas des isomères de plus, l'eugénol est une molécule aromatique et le linalol une molécule aliphatique, il ne peut donc y avoir une interconversion directement entre les deux composés.

La variation inverse des taux de linalol et d'eugénol dans l'huile essentielle de *O. basilicum* indique que des réactions enzymatiques se poursuivent dans les feuilles bien après la récolte. Au cours de ces réactions de biosynthèse, l'eugénol réagit et sa teneur diminue tandis que la teneur en linalol augmente (ce phénomène serait dû à une possible bioconversion de l'eugénol en linalol dont l'explication reste à élucider). Le linalol semble être un produit de ces réactions complexes. Des investigations sont en cours pour élucider ce phénomène qui est digne d'intérêt.

Activité antioxydante de l'huile essentielle

En tenant compte du rendement en huile essentielle qui est de 1,1% à partir des feuilles fraîches et en exprimant l'activité antioxydante de l'HE en milligrammes d'acide ascorbique par gramme de matière végétale, le pouvoir antioxydant de l'huile essentielle issue des feuilles fraîches est de 1,87 mg d'EAA/g de matière végétale. En faisant une classification du pouvoir antioxydant des quatre types d'extraits exprimé par gramme de matière végétale, on aura l'évolution par ordre décroissant du

pouvoir antioxydant suivante : décocté > éthanol 60% > éthanol 96% > huile essentielle.

L'activité antioxydante des extraits éthanoliques et celle du décocté, sont nettement au dessus de l'activité antioxydante de l'huile essentielle. L'eugénol qui est en grande partie responsable de cette activité antioxydante de l'huile essentielle (Nguyen et al., 2010 ; Politeo et al., 2007) peut être peu présent dans les extraits aux solvants. Mais ces extraits sont totaux et contiennent plusieurs familles de composés (flavonoïdes, tanins, saponosides, pigments, terpènes, etc.) alors que l'huile essentielle est constituée uniquement de molécules terpéniques dont la plupart ont peu d'activité antioxydante. On remarque aussi que l'activité antioxydante du décocté est la plus élevée suivie de celle de l'extrait à l'éthanol 60% et enfin celle de l'extrait à l'éthanol 96°. Visiblement, la présence de l'eau dans le solvant d'extraction permet d'extraire plus de composés ayant des propriétés antioxydantes. La biomasse des plantes contient en général plusieurs types de flavonoïdes (polyphénols) qui ont des solubilités différentes vis-à-vis de l'eau et qui ont une activité antioxydante avérée (Bruneton, 1993 ; Champagnac et al., 2008).

Comme on peut le constater aussi bien au niveau de l'huile essentielle qu' à celui des extraits aux solvants, l'effet du séchage de la biomasse de *O. basilicum* a une forte influence sur le pouvoir antioxydant des extraits de cette biomasse. Pour l'huile essentielle, l'activité antioxydante de l'échantillon issue de la biomasse fraîche est d'environ de 170 mg d'EAA/ mL (équivalent acide ascorbique/mL d'huile essentielle). Après cinq jours de séchage, l'AAO diminue ; elle passe de 170,37 mg d'EAA/ mL d'HE (le jour de la récolte) à 159,82 mg d'EAA/mL d'HE après cinq jours de séchage et n'est plus que de 22,32 après 23 jours de séchage. L'AAO de l'huile essentielle de *O. basilicum* est effectivement liée à sa composition chimique, notamment à sa teneur en eugénol, puisque la diminution de la teneur de ce

composé va dans le même sens que la diminution de l'activité antioxydante de l'huile essentielle comme le montre la Figure 5.

L'activité antioxydante des extraits au solvant est également profondément modifiée au cours du séchage, mais cette modification n'a pas la même évolution que dans le cas de l'huile essentielle. En effet, comme le montre la Figure 6, l'activité antioxydante de ces extraits augmente après la récolte jusqu'à un maximum qui est atteint après 15 jours de séchage de la biomasse végétale.

Cette évolution peut être interprétée comme une réponse de la plante suite à une agression (récolte) par la synthèse d'alcaloïdes (tanins) pour assurer sa défense (Bruneton, 1993). En effet, cet auteur a montré qu'après une agression, (coupe) la synthèse de composés polyphénoliques est exaltée au niveau de la plante pour « réparer » les parties affectées.

Les travaux de Nguyen et al. (2010) montrent en effet que l'accroissement de composés polyphénols dans le matériel végétal du basilic, suite à une augmentation de la teneur en potassium dans le sol, entraînait également une augmentation de l'activité antioxydante des extraits de ces plantes.

Conclusion

La détermination de l'activité antioxydante d'extraits des parties aériennes (feuilles et fleurs) par la méthode de DPPH montre que le décocté a une activité antioxydante de 23,31 mg d'équivalent acide ascorbique/g de matière végétale, suivi de l'extrait à l'éthanol 60% (21,29 mg), de l'éthanol 96% (6,15 mg) et de l'huile essentielle (1,87 mg). Le séchage de la matière végétale pendant 23 jours entraîne une modification importante de cette activité antioxydante. En effet, on observe une baisse de l'activité antioxydante de l'HE de plus de 87%. Par contre, on observe un accroissement de l'activité antioxydante pour les extraits aux

solvants (éthanol, eau) jusqu'au quinzième jour, puis une décroissance.

Compte tenu des propriétés biologiques intéressantes de l'espèce, il est donc important d'utiliser les feuilles fraîches pour l'extraction de l'huile essentielle de la plante, ou faire une décoction des feuilles séchées pendant au moins 15 jours si l'option de l'extraction par solvant est choisie.

Ce résultat permettra aux utilisateurs une meilleure gestion de la biomasse de cette espèce pour espérer une activité biologique maximale.

REFERENCES

- Abdullah IH, Farooq A, Syed THS, Roman P. 2008. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chemistry*, **108**: 986-995.
- Adams RP. 1995. *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/mass Spectroscopy*. Allured publishing corporation: Illinois, USA, ISBN 0-931710-42-1.
- Albuquerque UP. 1996. de Taxonomia e ethnobotânica do gênero *Ocimum* L. (Lamiaceae) no Nordeste do Brasil-renfêrencia especial para Pernambuco. Recife. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Centro de Ciencias Biológicas, Universi-dade Federal de Pernambuco, p. 125.
- Antonelli A, Fabbri C, Boselli E. 1998. Modifications of dried basil (*Ocimum basilicum*) leaf oil by gamma and microwave irradiation. *Food Chemistry*, **63**(4): 485-489.
- Bassolé IHN, Lamien-Meda A, Bayala B, Tirogo S, Franz C, Novak J, Nebié RC, 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.
- Beric T, Nikolic B, Stanojevic J, Vukovic-Gacic B, Knezevic-Vukcevic J. 2008. Protective effect of basil (*Ocimum basilicum* L.) against oxidative DNA damage and mutagenesis. *Food and Chemical Toxicology*, **46**: 724 – 732.
- Bruneton J. 1993. Les composés phénoliques. In *Pharmacognosie: Phytochimie, Plantes Médicinales* (2è Ed). Lavoisier 30 : Paris ; 265-311.
- Barिताux O, Richard H, Touche J, Derbesy M. 1992. Effects of Drying and Storage of Herbs and Spices on the Essential Oil. Part I. Basil, *Ocimum basilicum* L. *Flavour Fragr. J.*, **7**: 267-271.
- Bonzi-Coulibaly Y, Bado J, N'Guessan YT Sib SF. 1997. Effet des facteurs de variabilité du rendement et de la composition chimique d'huiles essentielles de plantes aromatiques: Cas d'*Eucalyptus camaldulensis* en zone soudano-sahélienne. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, **3**: 55-67.
- Chalchat JC, Garry RP, Sidibé L. 1999. Aromatic plants of Mali (I). Chemical composition of essential oils of *Ocimum basilicum* L. *J. Essent. Oil Res.*, **2**: 375-380.
- Champagnat P, Aheitz A, Carnat A, Fraisse D, Carnat A-P, Lamaison J-L. 2008. Flavonoïds from *Vetiveria zizanoïdes* and *Vetiveria nigritana* (Poaceae). *Biochemical Systematic and Ecology*, **36**: 68-70.
- Dabiré CM, Palé E, Nébié RCH, Samaté AD, Millogo/Rasolodimby J, Nacro M. 2009. L'huile essentielle de *Grangea maderaspatana* (L.) poir. du Burkina Faso : rendement d'extraction et composition chimique. *J. Soc. Ouest Afr. Chim.*, **28**: 81-86.
- Darrah H. 1974. Investigation on cultivars of Basils (*Ocimum*). *Econ Bota.*, **28**: 63-67.
- ESO 97 1997. Data base of essentials oils, copyright.
- Joulain D, König WA. 1998. *The Atlas of Spectral Data of Sesquiterpene Hydrocarbons*. Hamburg: EB-Verlag.
- Fandohan P, Gnonlonfin B, Laleye A, Gbenou JD, Darboux R, Moudachirou M. 2008. Toxicity and gastric tolerance of essential oils from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Ocimum basilicum* in Wistar rats. *Food and Chemical Toxicology*, **46**: 2493–2497.
- Isa T, Emine B, Gungor Y, Betul A. 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). *Biochemical Systematics and Ecology*, **34**: 489-497.
- Keïta SM, Vincent C, Schmit JP, Ramaswamy S, Bélanger A. 2000. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* F. *J. Stored Prod. Res.*, **3**: 355-364.
- Ketoh KG, Glitoh IA, Huignard J. 2002. Susceptibility of the bruchus *Callosobruchus maculatus* (Coleptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Hymenopterae: Pteromatidae) to three essential oils. *J. Econ Entomol.*, **95**: 174-182.
- Koba K, Poutouli PW, Raynaud C, Chaumont J-P, Sanda K. 2009. Chemical composition and antimicrobial properties of different basil essential oils chemotypes from Togo. *Bangladesh J. Pharmacol.*, **4**: 1-8.
- Koshy KT, Kaiser DG, Van Der Slik AL. 1975. *J. Chromatogr. Sci.*; **13**: 97, in *Gas Chromatography with Glass Capillary Columns* (2nd edition), Waletr J. (ed). Academic Press: London ISBN 0-12-384360-X.
- Maurya P, Sharma P, Mohan L, Batabyal L, Srivastava CN. 2009. Evaluation of the toxicity of different phytoextracts of *Ocimum basilicum* against *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, **12**: 113–115.

- Mondello L, Zappia G, Cotroneo A, Bonaccorsi I, Chowdhury JU, Yusuf M, Dugo J. 2002. Composition of some *Ocimum* oils *O. basilicum* L. var. *purpurascens*; *O. sanctum* L. green; *O. sanctum* L. purple; *O. americanum* L., citral type; *O. americanum* L., camphor type. *Flavour Fragr. J.*, **17**: 335–340.
- Moudachirou M, Yayi E. 1999. Chemical features of some essential oils of *Ocimum basilicum* L. from benine. *J. Essent. Oil Res.*, **11**: 779-782.
- Nébié RHC, Bélanger A, Yaméogo R, Sib FS. 2002. Contribution à l'étude des plantes aromatiques du Burkina Faso. Composition chimique des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* L. *J. Soc. Ouest-Afri. Chim.*, **13**: 89-98.
- Nébié R, Bélanger A, Sib FS. 2007. Effet du séchage sur la composition chimique de l'huile essentielle de *Ocimum basilicum* L. *Science et Technique série Sciences appliquées et Technologies*, **2**: 12-20.
- Nébié RHC, Dabiré C, Bélanger B, Sib SF. 2010. Nouveau chémotype de l'huile essentielle de basilic acclimaté au Burkina Faso. *Int. J. Bio. Chem. Sci.*, **05**: 1801-1807.
- Nguyen PM, Kwee EM, Niemeyer ED. 2010. Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. *Food Chemistry*, **123**: 1235–1241.
- Opalchenova G, Obreshkova D. 2003. Comparative studies on the activity of basil - an essential oil from *Ocimum basilicum* L. - against multidrug resistant clinical isolates of the genera *Staphylococcus*, *Enterococcus* and *Pseudomonas* by using different test methods. *Journal of Microbiological Methods*, **54**: 105– 110.
- Pascual-Villalobos MJ, Ballesta-Acosta MC. 2003. Chemical variation in an *Ocimum basilicum* germplasm collection and activity of the essential oils on *Callosobruchus maculatus*. *Biochemical Systematic and Ecology*, **31**: 673-679.
- Politeo O, Jukic M, Milos M. 2007. Chemical composition and antioxidant capacity of free volatile aglycones from basil (*Ocimum basilicum* L.) compared with its essential oil. *Food Chemistry*, **101**: 379–385.
- Runyoro D, Ngassapa O, Vagionas K, Aligiannis N, Graikou K, Chinou I. 2010. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of four *Ocimum* species growing in Tanzania. *Food Chemistry*, **119**: 311–316.
- Samaté D, Millogo-Rasolodimby J, Nacro M. 1992. *Ocimum basilicum*. Lamiaceae à huile essentielle. Compte rendu : Réunion scientifique internationale sur la valorisation des productions végétales, Kigali 26-29 Fév., 275-283.
- Sanda K, Koba K, Nambo P, Gaset A. 1998. Chemical investigation of *Ocimum* species growing in Togo. *Flavour Fragr. J.*, **13**: 226- 232.
- Sandret FG. 1967. *Eucalyptus globulus* et *E. cneorifolia* pour la production d'huile essentielle au Maroc. Annales de la recherche forestière au Maroc. 9, Rapport 1965, 259-279.
- Seung-Joo L, Katumi U, Takayuki S, Kwang-Geun L. 2005. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, **91**: 131–137.
- Singh A, Singh SR, Duve RN, Vithalbha CL, Drysdale P. 1977. The distillation and properties of *Eucalyptus citriodora* oil. *Fiji Agric. J.*, **39**: 33-38.
- Singh AK, Bhattacharva AK, Singh K, Diwedi BN. 1986. Evaluation of essential oil in *Eucalyptus* varieties grown in Kumaon Hills (Ranikhet) Uttar Pradesh for timber Idian Forester, Marsh, 223-237.

- Srivastava AK. 1982. Farm. Bull.(16),CIMAP:Lucknow, India;
- Swigar AA, Silverstein RM. 1981. *Monoterpenes*. Aldrich Chemical Company, Inc.
- Tonzibo ZF, N'Guessan YT , Chalchat JC. 2000a. Composition chimique des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* de Côte d'Ivoire. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, **9**: 19-26.
- Tonzibo ZF, Bonzi-Coulibaly Y, Chalchat JC, N'Guessan T, Sib FS. 2000b. Etude de la variation au cours du séchage de la teneur et de la composition chimique des huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* acclimaté en Côte d'Ivoire : interconversion possible entre composés hydrogénés et oxygénés. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, **10**: 1-10.
- Yusuf M, Chowdhury JU, Wahab MA, Begum J. 1994. *Medicinal Plants of Bangladesh*. BCSIR: Dhaka, Bangladesh.
- Zrira S, Benjilali B, Lamaty G. 1995. Effet du séchage à l'air libre des feuilles d'*E. camaldulensis* sur le rendement et la composition de l'huile essentielle. *Actes Inst. Agron. Vet.*, **15**(4): 27-35.