

Effet du séchage de la matière végétale sur la composition chimique de l'huile essentielle de *Ocimum basilicum* L.

Roger H.Ch. NEBIE¹, André BELANGER², Faustin S. SIB³

Résumé

Dans cet article, l'effet du séchage des feuilles fraîches de *Ocimum basilicum* L. sur le rendement d'extraction et la composition chimique de l'huile essentielle a été évalué. Les résultats montrent que les composés majoritaires de l'huile essentielle obtenue par hydrodistillation des parties aériennes fraîches du basilic sont le linalool (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 linalool augmente jusqu'à 80 % pendant que celui de l'eugénol décroît jusqu'à moins de 1%. L'effet du séchage provoque également une baisse du rendement d'extraction en huile essentielle.

Mots-clés : *Ocimum basilicum*, huile essentielle, linalool, eugénol, effet de séchage, variation de la composition chimique.

Effect of drying of *Ocimum basilicum* L. leaves on the chemical composition of essential oil

Abstract

In this paper the effect of drying of leaves of *Ocimum basilicum* L. on the yield of essential oil extraction and on the chemical composition of essential oil are evaluated. Results show that the major constituents of the essential oils obtained by steam distillation of the over ground parts of fresh basil are linalool (48,7%), eugenol (27,4%), trans- α -bergamotene (5,4%) and δ -cadinol (3,4%). During the leaves drying process, linalool content of the oil increase up to 80% while eugenol decrease up to less than 1%. The yield of essential oil is also decrease during de drying process.

Keywords: *Ocimum basilicum*, essential oil, linalool, eugenol, drying effect, variations of chemical composition.

¹ Département Substances Naturelles/IRSAT/CNRST ; 03 BP 7047 Ouagadougou 03 Burkina Faso ; neroch@hotmail.com

² Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de Recherche et Développement en Horticulture, Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, Canada, J3B 3E6

³ Laboratoire de Chimie Organique « Structure et Réactivité », Université de Ouagadougou 03 BP 7021 Burkina Faso.

Introduction

Les plantes aromatiques peuvent constituer des sources de revenus pour les pays africains. En effet, de nombreuses études ont mis en évidence des propriétés biologiques intéressantes de leur huile essentielle (OUAMBA, 1988 ; ISMAN, 1990 ; HASSANALI *et al.*, 1990 ; OUEDRAGO, 1991; KINI, 1999; BELMAIN *et al.*, 1987 ; GRECHE *et al.*, 2000 ; INOUYE *et al.*, 2001 ; GBOLADE *et al.*, 1994 ; KEITA *et al.*, 2000 ; KEITA *et al.*, 2001, GAKURU et FOUA-BI, 1987 ; TUNÇ *et al.*, 2000 ; BASSOLE *et al.*, 2003a ; BASSOLE *et al.*, 2003b ; PAPACHRISTOS *et al.*, 2002 ; BENOIT-VICAL *et al.*, 2001 ; BOUDA *et al.*, 2001 ; CHALCHAT *et al.*, 1997 ; CHARAI *et al.*, 1999 ; MENUT *et al.*, 2000). Il s'agit principalement de propriétés insecticide, antibactérienne, larvicide, ovicide, anti-inflammatoire, anti-radicalaire, etc. De ce fait, les huiles essentielles de ces plantes ont potentiellement un intérêt industriel.

Malgré cet avantage des plantes aromatiques africaines, l'une des contraintes qui pourrait entraver leur exploitation est leur polymorphisme chimique. En effet, certaines plantes peuvent dans le même écosystème avoir une composition chimique variable de leur huile essentielle. C'est le cas par exemple de *Ocimum basilicum* de la famille des Lamiaceae dont près d'une vingtaine de chémotypes (à linalol, à cinnamate de méthyle, à méthyle chavicol, à 1,8-cinéole, à camphre, à dihydrotergènone, à estragole, à thymol, à trans cinnamare de méthyle, à méthyle eugénol, etc.) a été décrite à travers le monde (NEBIE *et al.*, 2002a).

A l'Institut de Recherches en Sciences Appliquées et Technologies, nous avons sélectionné des graines de *Ocimum basilicum* dont l'huile essentielle contient majoritairement le linalol et de l'eugénol. Après cinq années consécutives de mise en culture, la composition chimique de l'huile essentielle est quasiment identique d'année en année.

L'huile essentielle de *Ocimum basilicum* à linalol et eugénol est recherchée en parfumerie pour sa note particulière. Mais la conquête du marché de parfum nécessite une maîtrise de la production d'huile essentielle ; c'est-à-dire une production régulière en quantité et en qualité.

L'exploitation commerciale de l'huile essentielle de basilic nécessite donc une meilleure connaissance des paramètres qui pourraient affecter sa qualité. C'est dans ce but qu'une étude sur l'effet de séchage des feuilles de *Ocimum basilicum* sur le rendement d'extraction de l'huile essentielle et sa composition chimique a été entreprise. Les résultats sont rapportés dans ce document.

Matériel et méthodes

Matière végétale

La matière végétale d'*Ocimum basilicum* (feuilles et fleurs) provient des parcelles de cultures mises en place sur la station expérimentale d'Agriculture Canada à l'Acadie (Québec). Les graines proviennent du champ expérimental de l'IRSAT à Kossodo, après que la plante fut authentifiée par le Laboratoire de Biologie et d'Écologie Végétales de l'Université de Ouagadougou (Burkina Faso). La plante a été cultivée pendant deux campagnes successives au Canada à Saint Jean sur Richelieu (Montréal/Québec) de juin à août 2004 et 2005.

Méthode d'étude de l'effet du séchage

L'étude de l'influence du séchage de la matière végétale est réalisée quatre fois. Deux fois, à partir d'une récolte de matière végétale faite en juillet 2004 et la seconde série à partir d'une récolte de juillet 2005. Après la récolte, la matière végétale est répartie en douze lots qui sont mis à sécher à l'ombre du laboratoire à température ambiante. 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, à partir de matériel végétal frais ou sec selon les cas. 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 :

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

où :

M_v : Masse de la matière végétale

T_s : taux de matière sèche de la matière végétale

Analyses par chromatographie en phase gazeuse

L'analyse des échantillons d'huile essentielle est faite à l'aide d'un Chromatographe VARIAN 3 800 équipé de deux colonnes capillaires l'une polaire et l'autre apolaire (SUPELCOWAX 30 m ; 0,25mm et SPB1 30m ; 0,25 mm ; dans chaque cas la taille des particules de la colonne est de 0,25 mm). La température du four est programmée de la manière suivante : 40 °C à 240 °C (2 °C/mn) 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.

Analyses par GC/MS

Les analyses par GC/MS sont réalisées dans les conditions opératoires suivantes :

- sur GC de type VARIAN 3400 muni d'un injecteur SPI et équipé d'une colonne capillaire DB-WAX (30m ; 0,25mm ; la taille des particules est 0,25 mm) ; le spectromètre de masse est de marque SATURN II muni d'une trappe ionique avec un impact de 70 eV et est maintenue à 220 °C. La température du détecteur est de 250 °C, celle de l'injecteur est programmée de 40 °C à 240°C en raison de 180 °C/mn et est maintenue à cette température pendant 139 minutes. La température du four est programmée de 40 °C à 240 °C à raison 2 °C/mn et est maintenue à 240 °C pendant 40 minutes, la ligne de transfert est maintenue à 250 °C.
- sur GC de type Hewlett Packard 5890 équipé d'une colonne capillaire SPB1 (30m, 0,25 mm, 0,25 mm) 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° ; la température du four est programmée telle que précédemment ; 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 ; ADAMS, 1995 ; SWIGAR *et al.*, 1981 ; JOULAIN *et al.*, 1998).

Résultats

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 de manière irrégulière pour atteindre 0,80 % après 23 jours de séchage comme le montre la figure 1 ci-dessous.

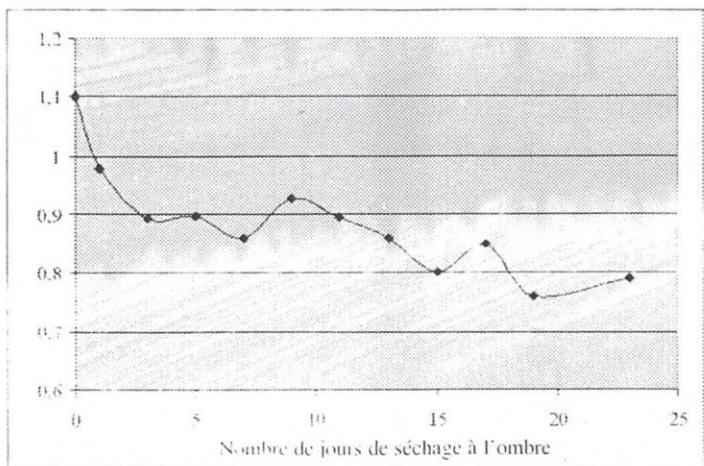


Figure 1. Variation du rendement d'extraction de l'huile essentielle de *Ocimum basilicum* en fonction du temps de séchage de la matière végétale.

Composition chimique de l'huile essentielle

L'huile essentielle des feuilles fraîches de l'espèce contient en majorité du linalol (48 %), de l'eugénol (18 %), du tran- α -bergamotène (5,37 %) et du δ -cadinol (3,42 %).

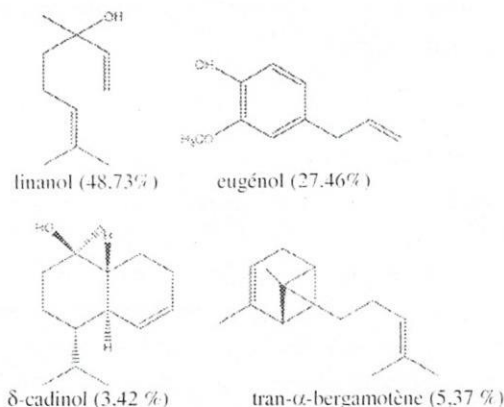


Figure 2. Composés majoritaires de l'huile essentielle des feuilles fraîches de *Ocimum basilicum*.

La composition chimique de l'huile essentielle est proche de celle décrite dans des travaux antérieurs (NÉBIÉ, 2002b ; SAMATÉ *et al.*, 1992).

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

Tableau I. Composition chimique de l'huile essentielle de *Ocimum basilicum* en fonction du temps de séchage de la matière végétale.

| Composés | 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 | I.K. ⁴ |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|
| 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 | 0,12 | 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 |
| géralial | 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 |
| eugenol | 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 | 0,44 | 0,44 | 1374 |
| β -élémane | 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 |
| germacène 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 |
| sesquiasabinène 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 |
| germacène A | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,30 | 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 | 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 |
| spathulénol | 0,28 | 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 |
| α-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 | |

⁴ Les indices de Kovats ont été calculés à partir des temps de rétention des composés sur une colonne DB-1.

Discussion

Rendement d'extraction de l'huile essentielle

Les rendements d'extraction de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* ne subissent pas de variation très importante en fonction du temps de séchage de la matière végétale. En effet, à l'état frais le rendement qui était de 1,10 % baisse à 0,97 % après 24 heures de séchage. Après cela on constate ensuite qu'après 23 jours de séchage, le rendement oscille entre 0,89 et 0,72 %.

Aucune donnée n'existe dans la littérature sur l'effet de séchage de la matière végétale sur le rendement d'extraction de l'huile essentielle de *Ocimum basilicum*, par contre des données existent sur l'*Eucalyptus* sp.

Après la récolte des feuilles de *Ocimum basilicum*, l'activité de biosynthèse est réduite, ce qui entraînerait une baisse de la production d'huile essentielle dans la matière végétale. L'irrégularité dans la décroissance du rendement en huile essentielle des différents lots peut être due à une différence de séchage de la matière végétale des différents lots.

Nos résultats sont corroborés par ceux de BONZI *et al.*, 1997 sur l'effet de séchage 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.

Notre constat est contraire par contre aux résultats obtenus dans d'autres pays avec *Eucalyptus camaldulensis*. En effet selon les résultats des travaux de ZRIRA *et al.*, 1995, le séchage des feuilles de *Eucalyptus camaldulensis* acclimaté au Maroc pendant deux semaines provoque une augmentation de 42 % du rendement d'extraction de l'huile essentielle. 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, 1977 ; BOELENIS 1985 ; SINGH *et al.*, 1986).

Composition chimique de l'huile essentielle

L'absence de certains composés tels l' α -pinène, le β -pinène et le oct-1-èn-3-ol au niveau de la composition chimique de la plupart des lots serait due à l'évaporation de l'hexane sous azote. En effet ces composés étant très volatils, ils pourraient être facilement éliminés en même temps que l'hexane au cours de cette opération.

D'une manière générale en fonction du temps de séchage, on constate une modification de la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Ocimum basilicum* cultivé à la ferme de l'Acadie à Saint Jean sur Richelieu (Montréal/Québec). Cette modification est plus remarquable au niveau des deux composés majoritaires de l'huile essentielle. En effet, le taux de 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'ombre comme le montre la figure 3.

La variation de la composition chimique observée semble affecter plus le linalol et l'eugénol tandis que le tran- α -bergamotène, le δ -cadinol et les autres composés mineurs de l'huile essentielle sont peu affectés.

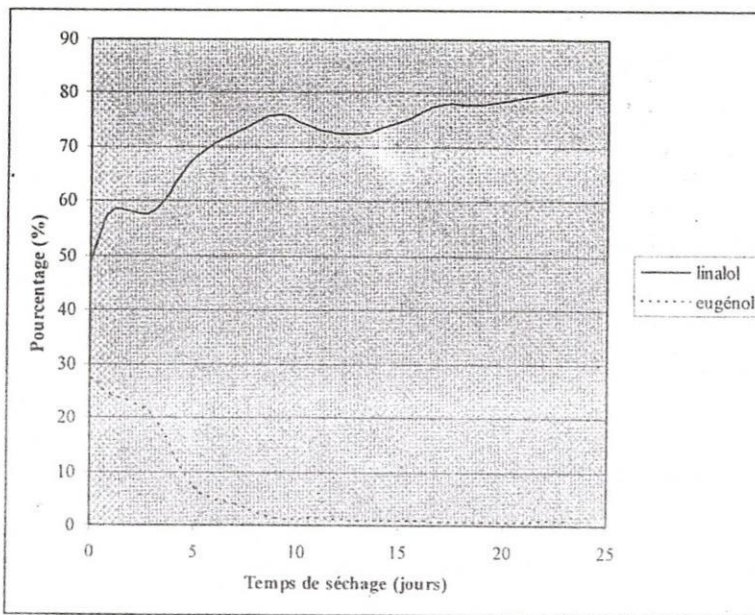


Figure 3. Variation des teneurs en linalol et en eugénoI dans l'huile essentielle de *Ocimum basilicum* en fonction du temps de séchage de la matière végétale.

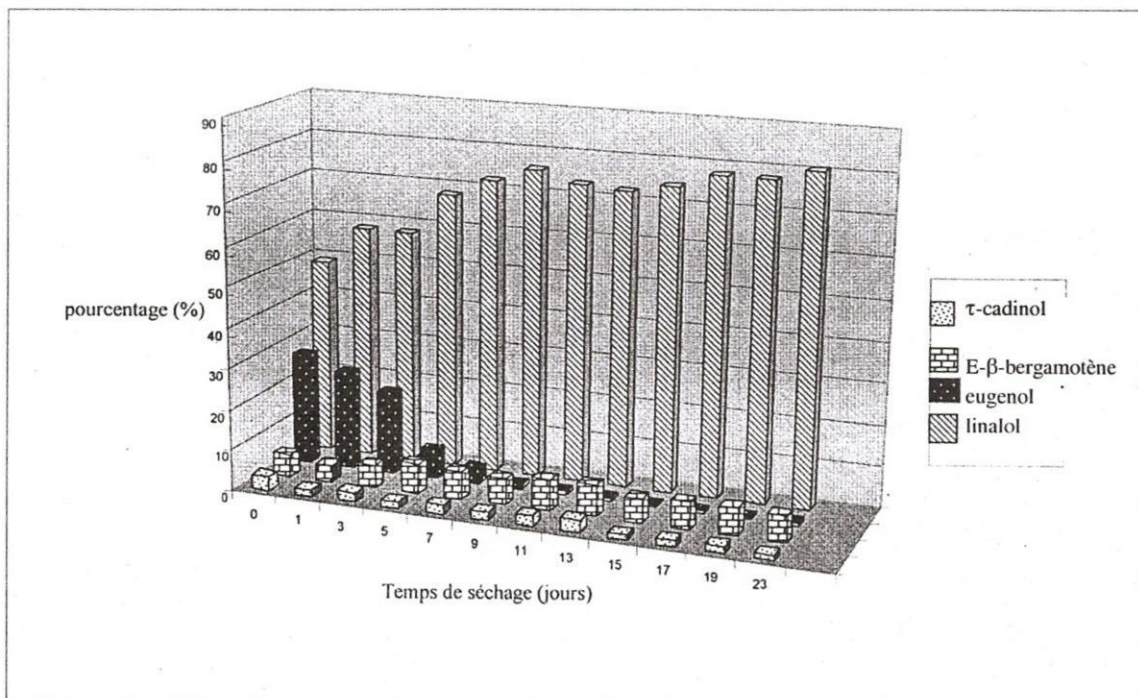


Figure 4. Variation de la teneur en composés majoritaires de l'huile essentielle de *Ocimum basilicum* en fonction du temps de séchage de la matière végétale.

A notre connaissance, aucune étude ne mentionne ce phénomène sur l'huile essentielle de *Ocimum basilicum* d'où l'originalité de ce travail. Par contre, le phénomène a déjà été signalé sur l'huile essentielle de *Eucayptus citriodora*. En effet, les résultats de l'étude menée par TONZIBO *et al.* (2002) ont montré en effet, un phénomène d'interconversion possible entre le citronellal et le géraniol dans l'huile essentielle de *Eucalyptus citriodora* de Côte d'Ivoire au cours du séchage des feuilles. Les taux des deux composés varient de manière inverse, ce qui avait permis 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, 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 *Ocimum 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. Le linalol semble être un produit de ces réactions complexes. Des investigations sont en cours pour élucider ce phénomène qui est digne d'intérêt.

Ce phénomène est très important à maîtriser pour une exploitation industrielle de l'espèce pour son huile essentielle.

Conclusion

Le séchage de la biomasse de *Ocimum basilicum* modifie le rendement d'extraction de l'huile essentielle et sa composition chimique. Le rendement d'extraction est modifié à la baisse de 1,10 à 0,72 % dans un délai de séchage de 23 jours. Pendant cette même période de séchage, la teneur des deux composés majoritaires de l'huile essentielle est profondément modifiée. En effet, le taux de linalol passe de 58 % à 80 % tandis que celui d'eugénol passe de 27 % à 68 %.

Remerciements

Les auteurs remercient l'académie des sciences du tiers monde (TWAS) et l'agence universitaire de la francophonie (AUF) dont les appuis financiers ont permis la réalisation de ce travail.

Références citées

- ADAMS R.P., 1995. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured publishing corporation, Illinois, USA, ISBN 0-931710-42-1.
- BASSOLÉ H.I.N., GUELBÉOGO W.M., NÉBIÉ R., COSTANTINI C., SAGNON N.F., KABORÉ Z.I., TRAORÉ A.S., 2003a. Ovicidal and larvicidal activity against *Aedes aegypti* and *Anopheles gambiae* complex mosquitoes of essential oils extracted from three spontaneous plants of Burkina Faso ; *Parassitologia*; (43) ; 23-26.
- BASSOLÉ H.I.N., OUATTARA A.S., NÉBIÉ R.; OUATTARA A.C., KABORÉ Z.I. ET TRAORÉ A.S., 2003b. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Lippia multiflora* and *Lippia chevalieri* from Burkina Faso ; *Phytochemistry*; (62); 209-212.
- PAPACHRISTOS D.P., STAMOPOULOS D.C., 2002. Toxicity of vapours of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides abtecus* (Say.); *J. Stored Prod. Res.*; (38); 365-373.

- BELMAIN S.R., NEAL G.E., RAY D.E., GOLO P., 1987.** Insecticidal and vertebrate toxicity associated with ethnobotanicals used as post-harvest protectants in Ghana; *Food and Chemical Toxicology*, (39:3); 287-291.
- BENOIT-VICAL F., VALENTIN A., MALLIE M., 2001.** Antiplasmodial activity of *Cochlospermum planchonii* and *Cochlospermum tinctorium* tubercle essential oil ; *J. Essent. Oil Res.*; (13); 65-67.
- BOELENS M.H., 1985.** Essential oils and aroma chemicals from *Eucalyptus globulus* Labill. *Perfumer & Flavorist*; 9(6), 1-13.
- BONZI-COULIBALY Y., BADO J., N'GUESSAN Y.T., SIB S.F., 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-Afri. Chim.* (3); 55-67.
- BOUDA H., TAPOUDGOU L.A., FONTEM D.A., GUMEDZOE M.Y.D., 2001.** Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromonela odorata* on the mortality of *Sitotrochantha zeamais*; *J. Stored Prod. Res.*, (37:2), 103-109.
- CHALCHAT J.C., GARRY R.P., MENUT C., LAMATY G., MALHUMET R., CHOPINEAU J., 1997.** Correlation between chemical composition and antimicrobial activity VI : Activity of some African essential oils ; *J. Essent. Oil Res.*; (9); 67-75.
- CHARAI M., FAID M., CHAOUCH, 1999.** Essential oils from aromatics plants (*Thymus broussonetii* Boiss., *Origanum compactum* Benth., and *Citrus lemon* (L.) N.L. Burm.) as natural antioxidants for olive oil. *J. Essent. Oil Res.*; (11); 517-521.
- ESO 97, 1997.** Data base of essentials oils, copyright.
- GAKURU S., FOUA-BI K., 1995.** Effet comparé des huiles essentielles de 4 espèces végétales contre la bruche de niébé et le charançon du riz ; *Tropicicultura*, (13), 4, 143-146.
- GBOLADE A.A., ADEBAYO T.A., 1994.** Fumigant effect of some volatile oils on fecundity and adult emergence of *Callosobruchus maculatus*; *Insect. Sci. Applic.*; (14); N°5/6: 631-636.
- GRECHE H. HAJJAJI N., ISMAILI-ALAOUI N., MRABET N., BENJILALI B., 2000.** Chemical composition and anti fungal properties of the essential oils of *Tanacetum annuum* ; *J. Essent. Oil Res.*; 12; 122-124.
- HASSANALI A.; LWANDE W., 1990.** Antipest secondary métabolites from african plants ; *ACS symposium séries*, 387; 78-79.
- INOUYE S., UCHIDA K., YAMAGUCHI H., MIYARA T., GOMI S., AMONO M., 2001.** Volatile aroma constituents of three labiate herbs growing wild in the karakom-Himalaya district and their antifungal activity by vapor contact; *J. Essent. Oil Res.*; (13); 68-72.
- ISMAN M.B., 1990.** Toxicity and fate of acetylchromenes in pest insects *ACS symposium*, 387, 44-45.
- JOULAIN D. AND KÖNIG W.A., 1998.** The atlas of spectral data of sesquiterpene hydrocarbons -Hamburg: EB-Verlag.
- KEITA S.M., VINCENT C., SCHMIT J.P., RAMASWAMY S., BÉLANGER A., 2000.** Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* F.; *J. Stored Prod. Res.*; (3); 355-364.
- KEITA S.M., VINCENT C., SCHMIT J.P., ARNASSE J.T., BÉLANGER A., 2001.** Efficacy of essential oil of *Ocimum canum* and *Ocimum gratissimum* applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* F F.; *J. Stored Prod. Res.*; (37:4); 339-3449.
- KINI F., 1999.** Société ouest Africaine de Chimie, Actes du 1^{er} Atelier régional sur les huiles essentielles, 19-21 avril, Cotonou/BENIN ; 138.
- KOSHY K.T., KAISER D.G., VAN DER SLIK A.L., 1975. J. OF CHROMATOGR. SCI.; 13, 97, IN WALETR J. 1980.** Gas chromatography with Glass capillary columns, 2nd edition; Academic press (London) ISBN 0-12-384360-X.

MENUT C., BESSIÈRE J.M., SAMATÉ A.D., DJIBO A.K., BUCHBAUER G., SCHOPPER B., 2000. Chemical composition, antioxidant and antiradical properties of the essential oils of three *Cymbopogon* species from Burkina Faso ; J. Essent. Oil Res.; (12) ; 207-212.

NÉBIÉ R. H. CH., SÉRÉMÉ A., YAMÉOGO R., BÉLANGER A., SIB F.S., 2002a. Étude des plantes aromatiques du Burkina Faso. Caractérisations chimique et biologique des huiles essentielles de *Lippia multiflora* Moldenke ; J. Soc. Ouest-Afr. Chim., (13); 27-37.

NEBIE R. H. CH., BELANGER A., YAMEOGO R. et SIB F. S. . 2002b. Contribution à l'étude des plantes aromatiques du Burkina Faso. Composition chimique des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* L. J. Soc. Ouest-Afr. Chim.; 013; (89-98).

OUAMBA J.M., 1988. Valorisation chimique des plantes aromatiques du Congo : Extraction et analyse des huiles essentielles, oximation des aldéhydes naturels ; thèse de Doctorat d'État de l'Université de Montpellier II.

OUÉDRAGO P. A., 1991. Le déterminisme du polymorphisme imaginaire chez *C. maculatus* coléoptère bruchidae. Importance des facteurs climatiques sur l'évolution des populations de ce bruchidae dans un système expérimental de stockage de graines de *Vigna unguiculata* Walp.; Thèse d'État es sciences de l'Université de Tours.

SANDRET F.G., 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.

SAMATÉ D., MILLOGO-RASOLODIMBY J., NACRO M., 1992. *Ocimum basilicum*. Lamiaceae à huile essentielles. Compte rendu : Réunion scientifique internationale sur la valorisation des productions végétales, Kigali 26-29 Fév., pp 275-283.

SINGH A., SINGH S.R., DUVE R.N., VITHALBHA C.L., DRYSDALE P., 1977. The distillation and properties of *Eucalyptus citriodora* oil. Fiji Agric. J. 39, 33-38.

SINGH A.K., BHATTACHARVA A.K. SINGH K., DIWEDI B.N., 1986. Evaluation of essential oil in *Eucalyptus* cvarieties grown in Kumaon Hills (Ranikhet) Uttar Pradesh for timber Idian Forester, Marsh, 223-237.

SWIGAR A. A. AND SILVERSTEIN R. M., 1981. Monoterpenes. Aldrich Chemical Company, Inc.

TONZIBO Z.F., BONZI-COULIBALY Y. , CHALCHAT J.C., N'GUESSAN T., SIB F. S., 2000. Etude de la variation au cours du séchage de la teneur et de la composition chimique des huiles essentielles de *Eucalyptus citriodora* acclimaté en Côte d'Ivoire : interconversion possible entre composés hydrogénés et oxygénés. J. Soc. Ouest-Afr. Chim. (10); 1-10.

TUNÇ I., BERGER B.M., ERLER F., DAGLI F., 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored products insects; J. Stored Prod. Res.; (36); 161-168.

ZRIRA S., BENJILALI B., LAMATY G., 1995. Effet du séchage à l'air libre des feuilles de *E. camaldulensis* sur le rendement et la composition de l'huile essentielle. Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc) (15:4), 27-35.