

**UNIVERSITE NATIONALE DU BENIN**  
**FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES**

**Diplôme d'Etudes Approfondies**

**en**

**Sciences des matériaux**  
**Option: Chimie des substances naturelles**

**CONTRIBUTION A L'ETUDE**  
**DES HUILES ESSENTIELLES**  
**DE TROIS ESPECES DU GENRE Ocimum**  
**O. basilicum; O.canum; O.gratissimum**

**par**

**ELEONORE YAYI**

**Soutenu en Novembre 1994, devant la Commission d'examen**

**JURY:**

- K. H. KOUMAGLO, PRESIDENT
- G. ACCROMBESSI, EXAMINATEUR
- M. MOUDACHIROU, EXAMINATEUR
- A. SANNI, EXAMINATEUR
- BSADEOTI, EXAMINATEUR

**Année universitaire 1993-1994**



## AVANT PROPOS

Ce travail a été réalisé au Laboratoire des Extraits Végétaux et Arômes Naturels de la Faculté des Sciences et Techniques (LEVAN), à l'Université Nationale du Bénin, sous la direction de Monsieur G. Accrombessi, Maître de Conférences de Chimie organique et Responsable du laboratoire de Chimie organique; et de Monsieur M. Moudachirou, Responsable du LEVAN, Maître Assistant de Chimie organique.

J'exprime ma profonde reconnaissance à Monsieur G. Accrombessi et à Monsieur M. Moudachirou, pour tous les efforts considérables et les multiples conseils qu'il n'ont cessé de me prodiguer, dans la direction de ce travail.

J'ai été particulièrement sensible à la bienveillance de Monsieur H.K.Koumaglo, Responsable du Laboratoire des Extraits Végétaux et Arômes Naturels (LEVAN) de l'Université du Bénin au Togo, de présider ce jury.

Je remercie sincèrement Monsieur A. Sanni, Maître de Conférences en Biochimie pour avoir accepté, malgré tout ses contre-temps éventuels de faire partie de ce jury.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur B.S.Adéoti et à travers lui, tout le département de Chimie pour les soutiens aussi bien matériels et intellectuels qu'il a toujours manifesté à mon égard.

Je tiens à remercier aussi Monsieur J.C. Chalchat du laboratoire des Huiles Essentielles à l'Université Blaise Pascal de Clermont Ferrand, pour avoir mis tout en oeuvre pour l'analyse de nos échantillons.

Je ne saurais me taire sur toute l'aide et tous les conseils dont Monsieur M. A. Ayédoun, Ingénieur Biochimiste, m'a fait bénéficier dans la réalisation de ce travail.

Je suis particulièrement sensible aux qualités d'homme de Monsieur G. Chaffa qui m'a fait bénéficié d'un grand soutien dans la documentation.

Il n'y a rien sans le courage. Je remercie sincèrement O. Olatunji, Maître de Conférence en physique théorique et Monsieur C. Azandégbé, Maître de Conférence en Chimie-Physique de s'être servis de cette phrase importante pour mener à terme cette première promotion dans la formation doctorale. Leurs dévouements et leurs qualités seront à jamais gravés dans mon coeur.

Grâce à la franche amitié et au dévouement de Mademoiselle M. Chodaton, de Monsieur J. Gbénou, collègues de laboratoire et des autres collègues de travail, j'ai trouvé un cadre favorable à ce travail.

A tous les Professeurs de la Faculté des Sciences et Techniques qui ont eu la lourde mais noble et exaltante mission de nous donner cette formation, j'exprime mes sincères remerciements.

Je suis particulièrement sensible aux efforts de Madame S.B. Gagné et à sa contribution dans la réalisation de ce travail. Puisse Dieu la remercier à ma place.

Je ne saurais passer sous silence l'aide matérielle et spirituelle dont j'ai bénéficié de mes parents, frères et proches. Je leur exprime ma très grande satisfaction.

Je tiens à remercier sincèrement, Monsieur F. Ladékan pour tous ses efforts et toutes ses attentions particulières.

Je dédie exceptionnellement ce Mémoire à mon Père et à ma Mère.

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> . . . . .	1
<b>PARTIE THEORIQUE</b> . . . . .	2
<b>CHAPITRE I: LE GENRE <i>OCIMUM</i> - CLASSIFICATION ET         CARACTERISTIQUES DES ESPECES ETUDIEES</b> . . . . .	3
I - LES LAMIACÉES: LE GENRE <i>OCIMUM</i> . . . . .	3
II - CLASSIFICATION ET CARACTÉRISTIQUES DES ESPECES ÉTUDIÉES . . . . .	4
<b>CHAPITRE II: LES HUILES ESSENTIELLES</b> . . . . .	7
I - PROPRIETES GENERALES . . . . .	7
II - COMPOSITION CHIMIQUE . . . . .	11
III- ANALYSE QUANTITATIVE . . . . .	12
IV - PROCEDES D'EXTRACTION ET D'ANALYSE . . . . .	13
IV.1. Procédés d'extraction . . . . .	13
IV.2. Procédés d'analyse . . . . .	15
<b>PARTIE EXPERIMENTALE</b> . . . . .	16
I - CULTURE . . . . .	17
II - MATERIEL VEGETAL - OBSERVATIONS . . . . .	18
III- EXTRACTION . . . . .	19
<b>RESULTATS ET DISCUSSIONS</b> . . . . .	21
I - RENDEMENTS . . . . .	22
II - ANALYSES: COMPOSITION CHIMIQUE DES HUILES ESSENTIELLES . . . . .	28
III- ETUDE COMPARATIVE . . . . .	43
<b>CONCLUSION GENERALE</b> . . . . .	49

<b>BIBLIOGRAPHIE</b> . . . . .	51
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> . . . . .	54
<b>STRUCTURES DES DIVERS COMPOSES</b> . . . . .	56

## INTRODUCTION

Le règne végétal possède plus de huit cent mille (800.000) espèces de plantes<sup>(1)</sup> parmi lesquelles un nombre relativement important synthétise des composants à odeur aromatique.

Dans la flore du Bénin, il existe plus d'une centaine d'espèces classées parmi les plantes aromatiques et qui ne connaissent qu'un début d'étude. Ces plantes aromatiques, et particulièrement leurs extraits, pourraient connaître de nombreuses applications dans les domaines aussi fondamentaux que l'agro-alimentaire, l'arômatherapie, les cosmétiques, etc..., et pourraient faire l'objet d'un marché porteur.

Nous nous sommes intéressés dans la présente étude à la famille des LAMIACEES et principalement à trois espèces du genre Ocimum: O.basilicum, O.canum, O.gratissimum.

Dans la perspective de déterminer la composition chimique de leurs huiles essentielles et d'étudier l'influence de la technique culturale sur ces dernières, nous avons procédé à la culture ou à la récolte de ces espèces sur des sites variés. Les huiles essentielles ont été extraites puis analysées. Les différents résultats obtenus nous permettront de faire certaines suggestions.

## **PARTIE THEORIQUE**



## CHAPITRE I: LE GENRE *OCIMUM* - CLASSIFICATION ET CARACTERISTIQUES DES ESPECES ETUDIEES

### I - LES LAMIACEES: LE GENRE *OCIMUM*

Les Lamiacées représentent une famille très naturelle avec deux cent genres et trois mille deux cent espèces voisines de part leurs caractères botaniques et aromatiques<sup>(2)</sup>. Ce sont des herbes ou des arbustes, rarement des arbres, qui se développent sur une aire de dispersion étendue, surtout dans les régions tempérées et chaudes.

Le genre *Ocimum* appartient à la sous-famille des Lamioïdés, famille des Lamiacées, à l'ordre des Lamiales, à la sous-classe des Astéridées et à la classe des Dicotylédones<sup>(2)</sup>. Il réunit cent soixante espèces pantropicales et comprend des herbes annuelles vivaces ou des sous arbrisseaux. Il possède:

- des tiges quadrangulaires;
- des feuilles opposées simples sans stipules, pourvues de glandes;

Les inflorescences: Elles comportent:

des fleurs groupées en cymes axillaires, en verticilles aux noeuds et présentant:

- \* un calice campanulé, gamosépale à cinq dents (une supérieure ovale ou orbiculaire, deux latérales et deux inférieures);
- \* une corolle à deux lèvres: la supérieure est dressée quadrilobée et l'inférieure est soit recourbée vers le bas, soit plane, soit légèrement concave;
- \* quatre étamines exsertes, à filets libres ou soudés à la base et pourvus d'ornements variés;
- \* un ovaire quadrilobé à style filiforme, fendu en deux stigmates courts à l'extrémité;
- \* des nucules oblongs, ovoïdes ou globuleux, finement réticulés et entourés parfois d'une substance mucilagineuse se gonflant dans l'eau<sup>(2,3)</sup>.

## II - CLASSIFICATION ET CARACTERISTIQUES DES ESPECES ETUDIEES

### II.1. Classification

Ces espèces étudiées sont l'objet d'importants problèmes de systématique et de nomenclature à cause du haut degré de polymorphisme et de multiples types chimiques<sup>(4)</sup>.

L'Ocimum basilicum présente plusieurs variétés dont les plus connues sont : les variétés "grand vert", "feuilles de laitue", "minimum" et "pourpre".

L'Ocimum gratissimum présente de nombreuses divergences lors de son classement par rapport aux Ocimum suave willd et viride willd. Ces problèmes taxonomiques amènent certains auteurs à ne pas différencier ces espèces.

L'Ocimum canum ne présente par-contre aucune ambiguïté.

### II.2. Caractéristiques: aspect botanique et utilisations

#### - Ocimum basilicum

Nom vulgaire: Basilic

Noms vernaculaires: (5) Fon et Goun : Késsou-késsou; Akohoun

Mina : Koklodame

Yoruba, Nagot : Ofin, Gbagbotchi - Yin

Il s'agit d'une espèce originaire d'Asie et cultivée actuellement par un grand nombre de pays africains, européens, etc...

Au Bénin, on la retrouve dans les concessions et jardins potagers. Elle se présente sous forme d'une plante herbacée, ligneuse, très ramifiée, parfumée, pouvant atteindre 1 mètre de hauteur (fig I-2-2-a).

Elle possède de nombreuses vertus thérapeutiques:

Ses parties aériennes sont utilisées sous forme de décocté aqueux, en association avec les feuilles de HYLDEGARDIA barteri, en boisson et en bain, dans le traitement de l'hypertension artérielle. En association avec les feuilles de Cymbopogon citratus (Poacées) et d'Alchornea cordifolia, elles entrent dans le traitement de la drépanocytose<sup>(6)</sup>.

La médecine populaire reconnaît à cette plante des propriétés calmantes sur les poisons, les morsures de serpents, les piqûres de scorpion et dans le traitement de la gastrite, de la constipation, du diabète, de la toux, du rhume, etc...<sup>(7,8)</sup>.

Cependant, ces vertus sont la plupart du temps ignorées et cette plante est employée surtout comme aromate dans les sauces et assaisonnements.

- Ocimum canum

Nom vulgaire: Basilic blanc

Noms vernaculaires: (5) Fon et Goun : Késsou-késsou; Hatchiayo

Mina : Ahamè

Yoruba-Nagot: Ofin wèwè.

Bariba : Anonon, Nyaka.

Elle est originaire d'Asie tropicale et d'Afrique. Elle a l'aspect d'une plante herbacée, odoriférante, ressemblant à l'espèce voisine, O. basilicum, mais s'en distinguant par sa taille réduite (30 à 40 cm de hauteur)<sup>(6)</sup>, sa période de floraison plus courte (11 semaines après les semis) que celle d'O. basilicum (16 semaines après le semis)<sup>(9)</sup>.

Elle présente des feuilles dentées, ovales, cunées à la base, des inflorescences en racème et des fleurs blanches<sup>(6)</sup> (fig I-2-2-b).

Un grand nombre de tribus africaines l'utilise à la fois en tant que plante médicinale et rituelle<sup>(10)</sup>. On peut boire son décocté aqueux pour calmer les vomissements, les coliques, la diarrhée, etc... Le suc de ses feuilles est instillé dans les yeux pour les affections oculaires<sup>(6)</sup>. Le macéré des feuilles est pris avec un peu d'huile de palme dans les dystocies<sup>(6)</sup>.

- Ocimum gratissimum

Nom vulgaire: Gros basilic ou Plante moustique

Noms vernaculaires: (5) Fon et Goun : Tchiayo

Mina : Zogbédi ou Essourou

Yoruba-Nagot: Efinrin, Simonba.

Dendi : N'mar n'masa.

C'est une espèce originaire d'Asie et répandue actuellement en Afrique tropicale, en Océanie, etc...<sup>(10)</sup>.

Au Bénin, on la retrouve dans les terrains pauvres, les concessions et autour des villages et fermes.

Des études sur les indices diagnostiques de cette espèce ont montré qu'elle est taxée d'individu plus xéromorphe que sa voisine, l'Ocimum basilicum<sup>(11)</sup>.

Elle se présente sous forme d'arbrisseau odoriférant, peu ligné avec des feuilles opposées, elliptiques à marges dentées et longues de 10 cm environ.

Elle possède en outre une inflorescence en racème terminal, spiciforme avec des fleurs par petits groupes de quatre à six; une corolle blanche<sup>(6)</sup> (fig I-2-2-c).

Elle est utilisée au Congo comme condiment et comme antalgique par application du suc de feuilles. Elle intervient aussi dans le traitement du diabète, des affections respiratoires, des céphalées, etc...<sup>(12)</sup>.

Au Bénin, on l'utilise surtout comme légume et comme antibiotique.



Fig I-2-8-a : *Ocimum basilicum*

Fig I - 2-2 - b

- OCIMUM CANUM

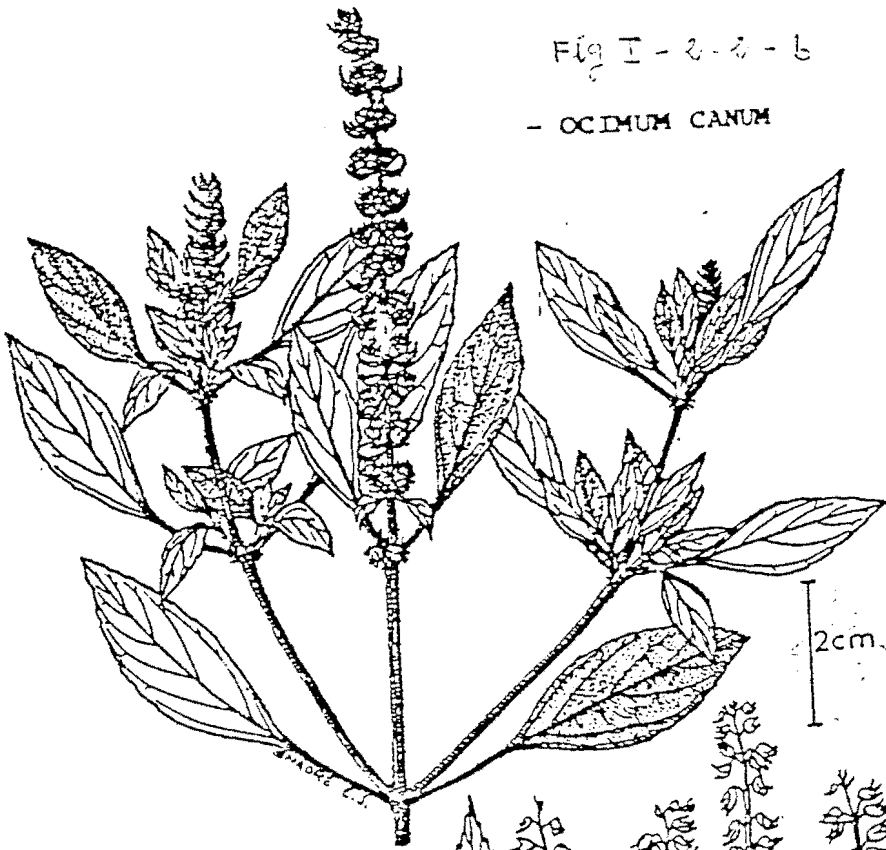


Fig I - 2-2 - c - OCIMUM GRATISSIMUM

## CHAPITRE II: LES HUILES ESSENTIELLES

Ce sont des compositions odorantes extraites du matériel végétal et contenues dans les cellules sécrétrices (poils glandulaires épidermiques, poches et canaux glandulaires schizogènes). Du point de vue chimique, ce sont des mélanges complexes et variables de constituants qui appartiennent à des séries chimiques bien déterminées.

### I - PROPRIETES GENERALES

Elles sont caractérisées par un certain nombre de grandeurs physiques ou physico-chimiques telles que: la densité, le pouvoir rotatoire, les indices de réfraction, d'acide, d'ester, la solubilité, etc...

Elles peuvent protéger l'être humain contre des agressions extérieures, tout comme les essences le font envers les plantes<sup>(13)</sup>.

On leur connaît des propriétés très intéressantes telles que: les propriétés anti-infectieuses (antifongiques, antibactériennes, antivirales, antiseptiques, etc...), insectifuges et insecticides, anti-inflammatoires, immunorégulatrices, neurotropes, anticatarrhales, etc...

En effet, les huiles essentielles sont largement connues pour leur capacité de neutraliser les germes pathogènes et à ce propos, de nombreuses vérifications sont faites in vitro par certains auteurs. L'exemple typique est celui de l'huile de Lavandin<sup>(14)</sup>, du Lippia, d'Ocimum basilicum, etc...<sup>(15)</sup>.

De même, les infections fongiques sont d'une actualité criante car les antibiotiques, issus d'abord du monde des champignons microscopiques, favorisent leur extension. Les huiles essentielles, par leurs propriétés antifongiques apportent une grande satisfaction dans ce domaine.

Elles constituent aussi une véritable manne dans le traitement des troubles d'origine virale en détruisant les germes infectieux et en s'opposant à leur prolifération dans l'organisme vivant et dans l'environnement.

Ces propriétés antiseptiques confèrent aux huiles des vertus désodorisantes utiles dans les usages personnels ou collectifs. Les huiles essentielles interviennent aussi, de part leurs propriétés anticatarrhales, dans la destruction des germes pathogènes issus des sécrétions accumulées au niveau des revêtements muqueux.

De part les propriétés neurotiques, particulièrement les propriétés mucolytiques, antiarythmiques, antalgiques, analgésiques, anesthésiques, etc..., ces huiles présentent des activités spécifiques dans les algies dentaires, tendino-musculaires, et possèdent une action globale sédative, soporifique ou préanesthésiante, en calmant les spasmes<sup>(16)</sup>.

Cependant, à de fortes doses ou au cours d'un emploi très prolongé, elles deviennent dangereuses, car elles peuvent présenter des propriétés allergisantes, vésicantes, neurotoxiques, carcinogéniques, etc...<sup>(16)</sup>.

#### Cas des espèces étudiées

L'huile essentielle d'Ocimum basilicum présente des propriétés antispasmodique très puissante, neurorégulatrice (action au niveau du bulbe rachidien), anti-inflammatoire, anti-infectieuse, décongestive (prostate, utérus).

Celle d'Ocimum canum est douée de propriétés antispasmodique puissante, anti-inflammatoire, anticatarrhale. Elle est surtout contre indiquée aux bébés, enfants et femmes enceintes.

Il est reconnu des propriétés anti-infectieuse (bactéricide, viricide), tonique, digestive, neurotonique, anti-arthrosique pour l'huile essentielle d'Ocimum gratissimum. Cependant un usage externe est contre indiqué à cause de sa dermocausticité<sup>(17)</sup>.



## II - COMPOSITION CHIMIQUE

### II.1. Généralités

Les huiles essentielles sont constituées de molécules à structures et propriétés physico-chimiques variées. On les classe généralement en quatre grands groupes: les terpénoïdes (mono et sesquiterpènes), les dérivés benzéniques, les composés aliphatiques, et les composés à structures irrégulières pouvant contenir des atomes de soufre ou d'azote<sup>(18)</sup>. En dehors de ces familles chimiques, on peut également trouver des acides gras issus du métabolisme des sucres et des glycérides. En général les terpénoïdes oxygénés présentant diverses fonctions (alcool, acide, ester, éther, phénol, aldéhyde, cétone) constituent la majeure partie de ces huiles<sup>(19)</sup>.

Ces différents composants volatils varient suivant les milieux<sup>(20)</sup>. Ils peuvent être majoritaires dans certains cas, déterminant alors le chémotype, ou minoritaires dans d'autres cas.

Ils présentent un intérêt capital pour les industries pharmaceutiques, les industries cosmétiques et celles de la parfumerie. Ainsi, les huiles contenant au moins 70% de 1,8 - cinéole avec des traces de phellandrène sont médicinales; celles riches en citronellal, en acétate de géranyle, en eudesmol, en cinnamate de méthyle, etc... interviennent dans la parfumerie et les cosmétiques. Par contre celles riches en phellandrène et en pipéritone sont à usage industriel<sup>(19)</sup>.

### II.2. Cas des espèces étudiées

De nombreux travaux ont été faits sur ces espèces. Une étude bibliographique révèle les résultats suivants:

- l'Ocimum basilicum est caractérisé par le type **Européen** (ou basilic doux) riche en linalol (40%) en méthyl chavicol (25%), le type **Réunion** riche en méthyl chavicol (85,8%), le type à traces de **Méthyl Cinnamate**, le type à **Eugénol** (30 - 68%)<sup>(21)</sup>. Il existe aussi des essences de basilic dont la composition ne correspond à aucun de ces groupes.

- L'Ocimum canum est caractérisé par le type Fenchone (55,6%), le type Eugénol (27,6 - 39,4%), le type Linalol (43,9 - 69,3%)<sup>(22)</sup> ou (80%)<sup>(23)</sup>, le type à Camphre (46,5%)<sup>(23)</sup> ou (60%)<sup>(24)</sup>, le type à Cinnamate de Méthyle (54 - 85%)<sup>(23)</sup>. Une étude sur la détermination de la teneur énantiomérique du camphre présent dans les huiles essentielles révèle la présence des énantiomères (+)-camphre(1 R) et (-)camphre(1 S); le premier étant souvent le plus prépondérant<sup>(25)</sup>.
  
- Quant à l'Ocimum gratissimum, on lui connaît le type Eugénol (21,1 - 56,7%)<sup>(22)</sup> ou (62,5 - 85%)<sup>(24)</sup>, le type Linalol (46,1%)<sup>(22)</sup>, le type Méthyl Cinnamate (57,1 - 70,6%)<sup>(26)</sup> et le type Thymol (20 - 47,6%)<sup>(27)</sup>.

### III - ANALYSE QUANTITATIVE

Les substances volatiles d'une plante varient beaucoup en fonction de divers éléments<sup>(20)</sup> tels que:

- la nature du sol et la situation géographique;
- la saison;
- l'ensoleillement et la luminosité;
- le stade de croissance de la plante;
- l'organe végétal (feuilles, tiges, fleurs, fruits, etc...) et son état (frais ou sec).

En effet, une plante, selon sa situation géographique ( altitude - latitude) et la nature du sol peut sécréter des essences différentes du point de vue chémotype. Des études faites au laboratoire de Chimie-organique (U.N.B.) sur les espèces telles que le Clausena Anisata, l'Hyptis Suaveolens, le Lippia Multi flora etc... confirment ces constatations.

De même, suivant les saisons, l'ensoleillement, la luminosité, certaines enzymes intervenant dans la synthèse aromatique, deviennent plus ou moins actives et engendrent par conséquent une variation de la composition chimique des essences végétales. Cette même variation est liée aux différents stades de croissance des plants. Citons comme exemple le cas d'un des chémotypes de

l'Ocimum gratissimum qui contient à l'état de jeunes pousses plus de 90% d'Eugénol Méthyl Ether et, à l'état de maturité une grande teneur en Thymol<sup>(20)</sup>, et le cas d'Ocimum basilicum de Madagascar qui, cultivé en pleine lumière fournit un taux d'estragole de 57% alors que ce taux peut atteindre 74% lorsque la plante est cultivée à l'abri de la forte lumière. Il est aussi important de signaler l'augmentation du rendement en huile avec la durée de séchage, due au fait que la matériel végétal est constitué en grande partie d'eau.

#### IV - LES PROCÉDES D'EXTRACTION ET D'ANALYSE

##### IV.1. Procédés d'extraction

**La distillation:** C'est un procédé utilisant l'entraînement des substances aromatiques grâce à la vapeur d'eau. Elle possède plusieurs variantes dont la distillation directe (sans eau), l'hydrodistillation, la distillation par entraînement à la vapeur d'eau.

La première est ici impraticable car elle nécessiterait des températures élevées et la plante risque de fournir des produits de pyrogénéation. Elle est remplacée par la distillation des liquides mélangés mais non miscibles.

La deuxième consiste à charger dans la cuve d'un alambic les substances végétales à traiter (feuilles, tiges, fleurs, etc....) avec une quantité d'eau variable. L'ensemble est chauffé; la vapeur d'eau entraîne avec elle les composants volatils. Ce mélange se condense dans un réfrigérant à cause de la circulation d'eau et l'huile se sépare de l'eau florale dans un essencier. On la récupère ensuite dans des flacons.

La troisième, à la différence de la précédente, comporte une chaudière à vapeur séparée de l'alambic. Elle améliore la qualité des produits obtenus en minimisant les altérations hydrolytiques.

La percolation ou l'hydrodiffusion: Elle consiste à envoyer la vapeur du haut en bas. Elle présente l'avantage d'être rapide, mais l'inconvénient de charger les huiles en substances non volatiles, donnant ainsi des "essence de percolation".

L'enfleurage: C'est un procédé appliqué aux fleurs. Ces dernières sont mises en contact avec des graisses absorbantes qui se saturent au bout de quelques jours en essences. Elles peuvent être utilisées telles dans la fabrication des cosmétiques, ou bien, elles sont épuisées par l'alcool pour donner des extraits alcooliques aux fleurs, concentrables en essences par évaporation.

L'extraction par fluides supercritiques: C'est une méthode d'extraction utilisant comme solvant d'extraction, un fluide porté à l'état supercritique et ceci par un contrôle adéquat de la température et de la pression. Elle consiste à faire passer dans la masse végétale, un courant de fluides supercritiques. Par augmentation de la pression, les poches à essences éclatent et les substances naturelles s'écoulent. Le fluide le plus fréquemment utilisé est le dioxyde de carbone pour les raisons suivantes:

- il présente une facilité de manipulation compte tenu de ses paramètres critiques ( $T_c = 31 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $P_c = 73,8 \text{ bars}$ );
- il est non toxique, ininflammable et sans odeur;
- il est bon marché et disponible avec une très grande pureté;
- il présente un pouvoir solvatant comparable à celui des liquides, qui lui permet de dissoudre et d'extraire à des températures peu élevées, de très nombreuses molécules sans dégradation des échantillons et notamment les thermolabiles<sup>(27)</sup>.

L'extraction par soxhlet: Elle permet d'extraire le matériel végétal en continu à l'aide du solvant (dichlorométhane le plus souvent) et comporte deux étapes:

- \* l'imprégnation: la matière première est conditionnée dans un réacteur qui se remplit peu à peu du solvant distillé et chaud, après condensation de vapeurs produites dans un bouilleur annexe;

- \* le siphonnage: lorsque le réacteur d'extraction est plein, sa vidange a lieu par siphonnage. Ce mécanisme induit une aspiration violente et donc un lessivage efficace par le solvant imbibant la matière extraite.

En fin d'opération, le solvant est éliminé par distillation à pression atmosphérique normale et la concrète est récupérée.

#### IV.2. Procédés d'analyse

Les huiles essentielles connaissent deux types d'analyses:

- l'analyse physico-chimique permettant de caractériser globalement la qualité des essences par la détermination de la solubilité, du pouvoir rotatoire, de l'indice de réfraction, des indices d'acide, etc...
- l'analyse chromatographique qui se développe considérablement par rapport à la précédente car elle donne plus d'indications sur la composition du mélange. De toutes les techniques chromatographiques, les plus utilisées sont: la chromatographie en phase gazeuse (CPG), la chromatographie en phase supercritique (CPS), la chromatographie sur couche mince (CCM), la chromatographie en phase liquide à haute performance (CLHP).

De nos jours, la CPG ou CPS est couplée avec la spectrométrie de masse (SM), ou la spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF). Les colonnes utilisées sont en silice fondue et sont longues de 25 - 100 m avec un diamètre de 0,25 - 0,7 mm.

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

Dans cette partie nous avons procédé à la mise en culture des Ocimum basilicum et canum.

Pour cela, nous nous sommes procurés, chez des fournisseurs béninois, des graines de ces deux espèces locales ainsi que celles de deux autres variétés dites Française et Vietnamiennne de l'Ocimum basilicum.

Quant à l'Ocimum gratissimum, il est naturellement plus accessible et nous avons effectué des récoltes sur des sites sauvages ou domestiques. Des récoltes similaires ont été également faites pour les deux premières espèces.

## I - CULTURE

Deux sites d'expérimentation ont été retenus: il s'agit de la localité de HEVIE (village situé à 15 Km environ à l'Ouest du campus universitaire d'Abomey-Calavi) et celle du campus universitaire d'Abomey-Calavi.

A HEVIE, la culture des deux variétés étrangères a été expérimentée, tandis qu'au campus d'Abomey-Calavi, il s'est agi de celle des Ocimum basilicum et canum locaux.

Le protocole cultural consiste à concevoir trois planches de 9m x 1m pour chaque espèce: la première est neutre, la deuxième est à engrais organique (cinq brouettes de fumure) et la troisième, à engrais minéral (NPK-Urée). Pour cette dernière, une fumure de fond a été faite une semaine avant le repiquage et une autre en pleine croissance des plants. Dans chaque cas, la fumure est constituée de 500 g du mélange NPK-Urée (1:1).

Les graines ont été semées et au bout de 25 jours, les plants qui ont une hauteur comprise entre 8 et 10 cm ont été repiqués. L'espacement entre les plants est de 0,5 m en lignes. Les planches sont arrosées régulièrement matin et soir sauf en cas de pluie.

## II - MATERIEL VEGETAL - OBSERVATIONS

Les planches ont été divisées en trois parties et une récolte mensuelle est faite alternativement sur chaque partie. Le matériel végétal considéré est la partie aérienne des plants, notamment les feuilles et les graines à cause de leur senteur.

Un mois après le repiquage, nous avons procédé à la première récolte. A cette période, les plantes neutres et à engrais minéral de la variété française ont fourni les plus grandes quantités de matière végétale, la planche neutre de la variété vietnamienne ayant fourni la plus petite quantité. On observe également une nette évolution de l'Ocimum basilicum local sur l'Ocimum canum local avec une prédominance des planches neutres et à engrais minéral sur les planches à engrais organique. Un début de floraison des plantes a été également observé.

Un mois après la première récolte, soit deux mois après le repiquage, toutes les planches de HEVIE étaient homogènes; une floraison maximale des plantes a été notée, ainsi qu'un durcissement des tiges et un noircissement commençant des feuilles. Les plants devenaient ainsi non-comestibles sur le plan alimentaire. Quant aux planches du campus, on note une certaine hétérogénéité qui est plus remarquable sur les planches à engrais minéral et organique que sur les planches neutres. Cette différence nous a fait penser qu'elle est due probablement à un gradient de concentration du sol. L'Ocimum canum s'est montré pratiquement en fin de croissance par ces tiges plus ou moins dépourvues de feuilles.

A la troisième récolte, soit trois mois après le repiquage, les plantes de HEVIE se sont toutes desséchées et les feuilles ont presque entièrement chuté. Par-contre au campus, quelques plantes ont pu subsister.



### III - EXTRACTION

Les extractions ont été faites essentiellement sur du matériel végétal frais. Deux techniques d'extraction ont été mises en oeuvre: l'hydrodistillation et l'entraînement à la vapeur. La durée de l'extraction est de deux heures trente minutes dans tous les cas.

#### III.1. L'hydrodistillation

L'appareil utilisé est formé d'un ballon de verre à fond rond (figure III-a) surmonté d'un essencier en verre du type **Clavenger** sur lequel on adapte un réfrigérant ascendant. Dans ce ballon, rempli d'eau au tiers de son volume, on place la matière végétale. Le chauffage est réalisé avec un chauffe-ballon électrique. l'extraction se fait en continu.

#### III.2. L'entraînement à la vapeur

Ici, un ballon à fond rond contenant de l'eau au 3/4 de son volume (figure III-b) et servant de chaudière à vapeur est chauffé à l'aide d'un chauffe-ballon électrique. Il est surmonté d'une boîte métallique de récupération dans laquelle est placée la matière végétale. Les vapeurs d'eau chargées d'huiles essentielles arrivent dans un réfrigérant où elles se condensent. Le mélange liquide tombe enfin dans une burette dans laquelle l'huile essentielle est séparée de l'eau par différence de densité. En raison de la qualité de l'huile essentielle obtenue, cette dernière technique a été largement utilisée, les huiles obtenues ont été récupérées dans des flacons.

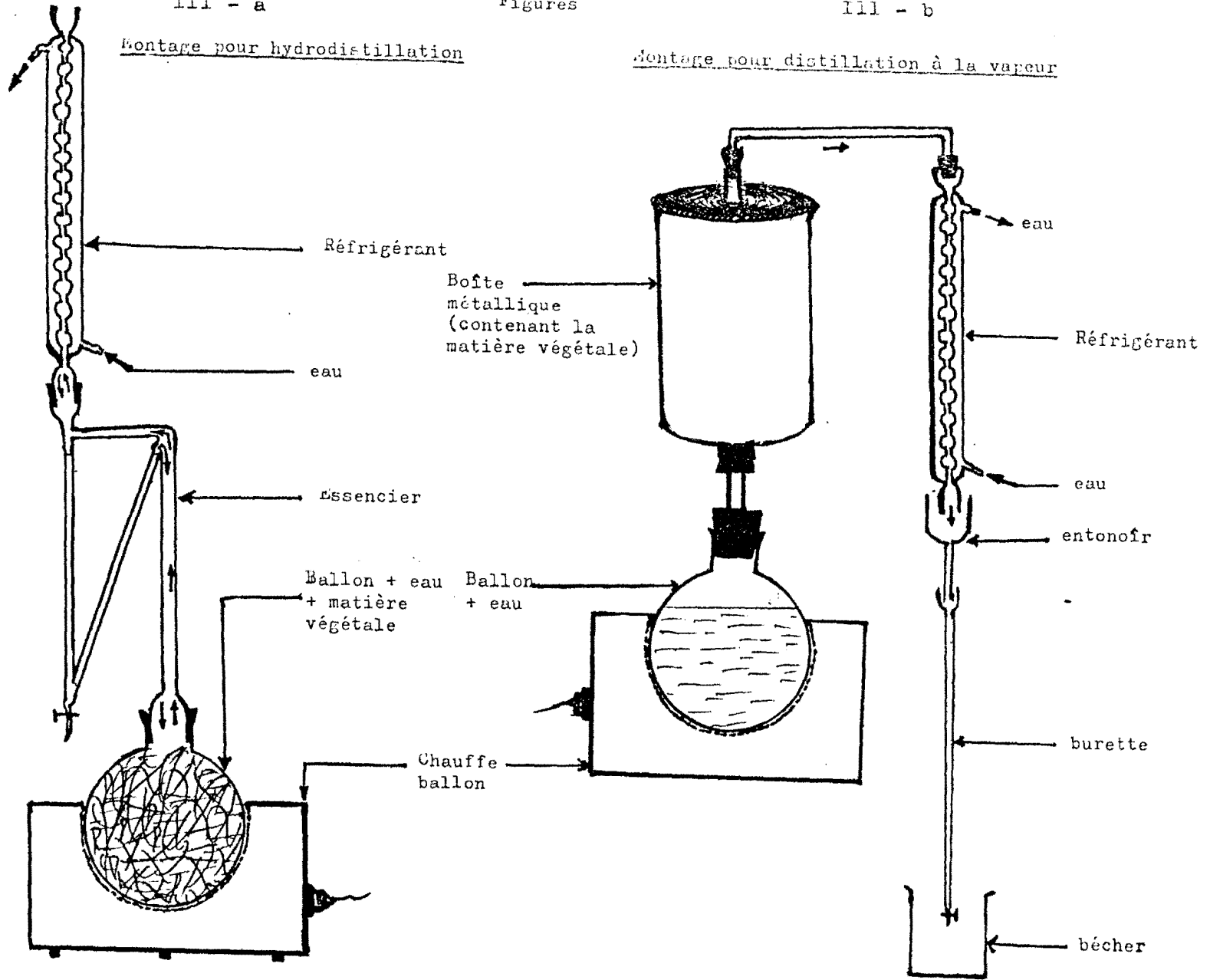
111 - a

Figures

111 - b

Montage pour hydrodistillation

Montage pour distillation à la vapeur



## **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

## I - RENDEMENTS

Le rendement d'extraction est donné par:

$$R(\%) = \frac{\text{Volume d'huile obtenu (ml)}}{\text{Masse de la matière végétale fraîche (g)}} \times 100$$

ou bien

$$R(\%) = \frac{\text{Masse d'huile obtenue (g)}}{\text{Masse de la matière végétale sèche (g)}} \times 100$$

Selon que la matière végétale est à l'état frais ou sec.

Pour ce qui suit, les notations suivantes ont été adoptées:

Oba (V)	:	<u>Ocimum basilicum</u> variété vietnamienne
Oba (F)	:	<u>Ocimum basilicum</u> variété française
Oba (L)	:	<u>Ocimum basilicum</u> local
OCa (L)	:	<u>Ocimum canum</u> local
Ogra (L)	:	<u>Ocimum gratissimum</u> local
Planche N	:	Planche neutre
Planche EO	:	Planche à engrais organique
Planche EM	:	Planche à engrais minéral
M	:	Masse de la matière végétale
V	:	Volume d'huile essentielle obtenu
m	:	Masse d'huile obtenue
R	:	Rendement d'huile essentielle

### I - a) Variétés étrangères d'*Ocimum basilicum* cultivées à HEVIE

Selon les résultats obtenus à partir des trois planches N, EO, EM, on constate peu d'influence de la nature des planches sur le rendement (tableaux 1 et 2) quelle que soit la technique d'extraction utilisée pour la variété française. Par contre pour la variété vietnamienne, la planche neutre a donné des rendements plus importants. On note cependant, pour les deux variétés, un plus grand rendement lors de la deuxième récolte.

Tableau 1: Rendement d'huiles essentielles d'Ocimum basilicum étrangers, obtenues par hydrodistillation (première récolte à HEVIE)

	Ocimum basilicum Français			Ocimum basilicum Vietnamien		
	M(g)	V(ml)	R(%)	M(g)	V(ml)	R(%)
Planche N	1650	1,30	0,08	314	0,50	0,16
Planche EO	1480	1,00	0,07	1382	1,60	0,12
Planche EN	1767	1,50	0,09	1365	1,50	0,11

Tableau 2: Rendement d'huiles essentielles d'Ocimum basilicum étrangers, obtenues par entraînement à la vapeur (deuxième récolte à HEVIE)

	Ocimum basilicum Français			Ocimum basilicum Vietnamien		
	M(g)	V(ml)	R(%)	M(g)	V(ml)	R(%)
Planche N	1000	2	0,20	1000	5,00	0,50
Planche EO	1000	2	0,20	1000	4,5	0,45
Planche EN	1000	2	0,20	1000	2,00	0,20

I - b) Variétés locales d'Ocimum basilicum et d'Ocimum canum cultivées au campus

Le tableau 3 révèle une influence favorable de l'engrais minéral sur le rendement d'huile essentielle de ces deux variétés pour la première récolte. En ce qui concerne la deuxième récolte, la matière végétale des autres planches n'a pu être traitée en raison du problème signalé plus haut. La seule planche neutre traitée donne un rendement amélioré (tableau 4) à la fois pour l'Ocimum basilicum (0,5 au lieu de 0,17%) et pour l'Ocimum canum (0,3 au lieu de 0,14%).

Tableau 3: Rendement d'huiles essentielles d'Ocimum basilicum et d'Ocimum canum locaux obtenues par entraînement à la vapeur (première récolte au campus)

	<u>Ocimum basilicum local</u>			<u>Ocimum canum local</u>		
	M(g)	V(ml)	R(%)	M(g)	V(ml)	R%
Planche N	1300	2,20	0,17	995	1,40	0,14
Planche EO	681	0,90	0,13	346	0,70	0,20
Planche EN	1000	5,30	0,53	450	1,80	0,40

Tableau 4: Rendement d'huiles essentielles d'Ocimum basilicum et d'Ocimum canum locaux obtenues par entraînement à la vapeur (deuxième récolte au campus)

	<u>Ocimum basilicum local</u>			<u>Ocimum canum local</u>		
	M(g)	V(ml)	R(%)	M(g)	V(ml)	R%
Planche N	1000	5	0,50	230	0,70	0,30

I - c) Variétés locales d'Ocimum basilicum, d'Ocimum canum et d'Ocimum gratissimum récoltées sur divers sites naturels

Nous avons récolté et extrait à la vapeur ces trois espèces d'Ocimum sur divers sites de peuplement naturel comportant cinq sites dans Cotonou et environs, et deux sites à l'intérieur du pays (tableau 5).

Dans la région de Cotonou, les rendements d'huile essentielle d'Ocimum basilicum varient entre 0,13 et 0,35%; ceux d'Ocimum gratissimum se trouvent entre 0,43 et 0,57% et ceux d'Ocimum canum obtenus sur deux sites sont de 0,08 et 0,24%. Par contre à l'intérieur du pays, les rendements sont plus élevés avec respectivement 0,5 et 0,76%; 0,46 et 0,64% et enfin 0,25 et 0,6%.

Tableau 5: Rendement d'huiles essentielles d'Ocimum basilicum, d'Ocimum canum, d'Ocimum gratissimum, obtenues dans diverses localités

	<u>Ocimum basilicum local</u>			<u>Ocimum gratissimum local</u>			<u>Ocimum canum local</u>		
	M(g)	V(ml)	R(%)	M(g)	V(ml)	R(%)	M(g)	V(ml)	R(%)
Minnontin	345	0,45	0,13	-	-	-	250	0,20	0,08
Aéroport (Cotonou)	287	1,00	0,35	-	-	-	-	-	-
Midédji	1300	3,00	0,23	630	2,70	0,43	-	-	-
Ste-Rita	-	-	-	350	2,00	0,57	-	-	-
Campus	-	-	-	374	1,60	0,43	250	0,60	0,24
Savè	500	2,50	0,5	600	2,80	0,46	600	1,50	0,25
Pobè	700	5,30	0,76	700	4,50	0,64	500	3,00	0,60

I - d) Influence du temps de séchage sur le rendement d'huile essentielle de l'Ocimum basilicum

A partir d'une récolte relativement importante de matière végétale sur la planche à engrais organique du campus, nous avons étudié l'influence du temps de séchage sur le rendement d'huile essentielle d'Ocimum basilicum local.

Pour cela, les feuilles ont été mises à sécher à l'air libre au laboratoire. Des prélèvements et des extractions à la vapeur sont effectués à des intervalles de temps réguliers. On remarque une légère augmentation du rendement (tableau 6) entre la première semaine et la quatrième semaine (2,44 à 2,76%).

Tableau 6: Influence du temps de séchage sur le rendement d'huile essentielle d'Ocimum basilicum local planche à engrais organique

	1ère SEMAINE	2ème SEMAINE	3ème SEMAINE	4ème SEMAINE
M (g)	100	100	100	100
V(ml)	2,70	2,80	2,90	3,10
m(g)	2,44	2,47	2,55	2,76
R(%)	2,44	2,47	2,55	2,76

I - e) Rendement d'huiles essentielles des grains d'Ocimum basilicum local et d'Ocimum basilicum vietnamien

Une extraction à la vapeur a été effectuée sur les grains d'Ocimum basilicum local et d'Ocimum basilicum vietnamien. Les résultats (tableau 7) montrent que le rendement est plus élevé (environ 0,4%) pour la variété locale que pour la variété vietnamienne (0,20%).

Tableau 7: Rendement d'huiles essentielles des grains d'Ocimum basilicum local et d'Ocimum basilicum vietnamien

	<u>Ocimum basilicum local</u>	<u>Ocimum basilicum Vietnamien</u>
M (g)	255	500
V (ml)	1	1
R (%)	0,39	0,2



## CONCLUSION

Il ressort de tous ces résultats les éléments suivants:  
les rendements sont bons à la deuxième récolte et varient presque indépendamment avec la nature des planches.

Le rapprochement fait plus haut de la variété vietnamienne d'Ocimum basilicum avec l'Ocimum basilicum local se trouve confirmé par les rendements, tant au niveau des feuilles qu'au niveau des grains; cependant, une exception est notée au niveau du rendement d'huile essentielle provenant de la planche EM.

Aussi, à l'inverse de ce qu'on aurait envisagé, l'Ocimum basilicum local, donne-t-il un rendement d'huile plus élevé que celui de l'Ocimum basilicum vietnamien.

L'Ocimum basilicum vietnamien donne un rendement d'huile essentielle plus important que celui de la variété française.

Les plants récoltés sur divers sites de peuplement naturels conduisent à des rendements plus élevés à l'intérieur du pays que par rapport à ceux cultivés.

L'Ocimum gratissimum donne lieu à des rendements presque indépendants des lieux de récolte.

Pour les trois variétés, les rendements des plantes récoltées dans la localité de Pobè sont meilleurs.

Une analyse de la composition chimique de ces huiles nous permettra certainement de mieux interpréter ces faits.

## II - ANALYSES: COMPOSITION CHIMIQUE DES HUILES ESSENTIELLES

Une cinquantaine d'échantillons a été constituée et a fait l'objet d'une analyse.

Pour ce faire, un appareil DELCI 121 C a été utilisé avec une colonne CPWAX 52CB longue de 25 m et ayant un diamètre intérieur de 0,2 mm. Les injections sont faites à 0,04  $\mu$ l. La température initiale du four est de 50 °C pendant 5 minutes, elle s'établit ensuite à 220 °C à raison de 2 °C par minute. La température d'injection est de 230 °C et celle du détecteur, de 250 °C.

### II - a) Variation de la composition chimique des huiles essentielles en fonction de la nature des planches

Nous avons focalisé cette étude sur les composés majoritaires.

Pour l'Ocimum basilicum vietnamien, l'estragole apparaît comme le produit majoritaire et son taux varie très peu (85 - 85,8%) avec la nature des planches (tableau 8).

Pour l'Ocimum basilicum français, les produits majoritaires sont: le linalol et le 1,8 - cinéole. Les planches neutre et à engrais organique donnent lieu à des huiles ayant des taux presque identiques de ces deux composés (58 ; 52%) et (12 ; 11,6%) respectivement. A l'opposé, la planche à engrais minéral conduit à une huile essentielle dont les taux en ces composés sont plus bas (43 et 5 %) mais avec la présence de deux autres composés: le T - muurolol et le T - cadinol en des taux de plus de 10% chacun (tableau 9). Ces mêmes études faites sur l'Ocimum canum local, à partir des planches neutre et à engrais minéral (tableau 10) n'indiquent pas de variation des composants majoritaires qui sont: le linalol (environ 75%) et l'ensemble  $\beta$  - caryophyllène + trans  $\alpha$  - bergamotène (environ 13%).

Tableau 8: Variation de la composition chimique de l'huile essentielle d'Oba (V) en fonction de la nature des planches

N° D'ORDRE SUR CPWAX 52 CB	IDENTIFICATION	PLANCHE N (%)	PLANCHE ED (%)	PLANCHE EM (%)
1	$\alpha$ - Pinène	0,01	0,16	0,11
2	$\beta$ - Pinène	0,02	0,18	0,10
3	Myrcène	0,09	0,42	0,41
4	Limonène	0,11	0,35	0,34
5	Cinéole - 1,8	0,62	1,79	1,12
6	Trans $\beta$ - Ocimène	1,10	3,12	3,03
7	Hex - 3 - ène - 1- ol	-	-	-
8	Camphre	0,53	0,47	0,42
9	Linalol	2,02	2,16	1,39
10	Trans $\alpha$ - Bergamotène	2,54	1,93	2,24
11	Pinocarvol	0,34	0,11	1,55
12	$\alpha$ - Humulène	-	-	-
13	Estragole	85,87	85,26	85,06
14	Germacrène D	-	-	-
15	Bornéol	1,09	0,68	-
16	$\alpha$ - Terpinéol	-	0,22	0,57
17	$\delta$ - Guaiène	0,16	0,22	0,16
18	Germacrène B	0,13	0,16	0,16
19	$\gamma$ - Cadinène	0,90	0,91	0,72
20	Calaménène	0,04	-	Traces
21	Géraniol	-	-	-
22	Méthyl Eugénol	0,55	0,29	0,26
23	Cubénoïl	0,25	0,07	0,06
24	Véridiflérol	Traces	-	-
25	Nérolidol	0,07	0,61	0,18

26	Spathulénoï	0,06	-	-
27	$\gamma$ - muuroloï	-	-	-
28	$\gamma$ - cadiñoï	1,71	-	0,54
29	$\alpha$ - Eudesmoï	-	-	-
30	$\alpha$ - cadiñoï	0,16	-	Traces

Tableau 9: Variation de la composition chimique de l'huile essentielle d'Oba (F) en fonction de la nature des planches

N° D'ORDRE SUR CPWAX 52 CB	IDENTIFICATION	PLANCHE N (%)	PLANCHE EO (%)	PLANCHE EM (%)
1	$\alpha$ - Pinène	0,28	0,28	0,16
2	$\beta$ - Pinène	0,83	0,77	0,50
3	Myrcène	0,89	0,79	0,45
4	Limonène	0,30	0,27	0,25
5	Cinéole - 1,8	11,81	10,94	5,42
6	Trans $\beta$ - Ocimène	1,56	1,58	1,04
7	Hex - 3 - ène - 1- ol	0,20	0,12	0,13
8	Camphre	0,36	0,22	0,21
9	Linalol	58,30	52,14	43,43
10	Trans $\alpha$ - Bergamotène	2,50	3,70	6,43
11	Pinocarvol	-	-	-
12	$\alpha$ - Humulène	0,91	0,44	1,84
13	Estragole	1,83	0,78	1,12
14	Germacrène D	-	0,23	0,60
15	Bornéol	-	-	-
16	$\alpha$ - Terpinéol	2,81	2,81	3,74
17	$\delta$ - Guaiène	0,22	0,25	0,69
18	Germacrène B	0,46	0,64	0,47

19	$\gamma^1$ - Cadinène	1,27	1,80	3,02
20	Calaménène	0,05	Traces	0,32
21	Géraniol	0,02	0,14	1,35
22	Méthyl Eugénoï	0,07	Traces	0,12
23	Cubénoï	0,53	0,48	1,63
24	Véridifléroï	-	0,09	-
25	Nérolidoï	0,09	0,16	0,34
26	Spathulénoï	0,08	-	-
27	$\gamma$ - muuroloï	4,33 ✓	14,86 ✓	10,83
28	$\gamma$ - cadioï	5,21 ✓	4,29 ✓	11,01
29	$\alpha$ - Eudesmoï	0,02	Traces	0,15
30	$\alpha$ - cadioï	-	Traces	0,19

Tableau 10: Variation de la composition chimique de l'huile essentielle d'Oca (L) en fonction de la nature des planches (première récolte au campus)

N° D'ORDRE SUR CPWAX 52 CB	IDENTIFICATION	PLANCHE N (%)	PLANCHE EM (%)
1	$\alpha$ - Pinène	0,38	0,71
2	$\beta$ - Pinène	0,10	0,23
3	Myrcène	0,21	0,21
4	Limonène	0,79	0,79
5	Hex - 3 - éne - 1 - ol - acétate	0,03	0,08
6	Oct - 1 - énoï - acétate	0,23	0,50
7	Acétate de fenchyle	0,43	0,34
8	Oct - 7 - éne - 4 - ol	0,64	0,68
9	$\alpha$ - Copaène	0,15	0,22
10	Linalol	74,77	75,68
11 + 12	$\beta$ - Caryophyllène + Trans $\alpha$ - Bergamotène	12,81	12,82

13	$\alpha$ - Humulène	0,41	0,36
14	Estragole	0,07	-
15	(Z) $\beta$ - Farnésène	0,22	0,19
16	Germacrène D	0,50	0,44
17	(E) $\beta$ - Farnésène	0,42	0,41
18	$\delta$ - Cadinène	0,15	0,08
19	$\alpha$ - Farnésène	2,14	2,47
20	$\beta$ - Sesquiphellandrène	0,48	0,43
21	Acétate de 2 - Phényl éthyl	0,29	0,25
22	Germacrène - D - 4 - ol	0,18	0,14
23	Nérolidol	0,62	0,47
24	$\beta$ - Eudesmol	0,17	0,13
25	$\alpha$ - Cadinol	0,07	0,06
26	14 - Hydroxy - 9 - épicyaryophyllène	0,77	0,42

II - b) Variation de la composition chimique de l'huile essentielle d'Ocimum canum en fonction du stade de croissance

En analysant les huiles essentielles de cette espèce locale, obtenues à la première récolte et à la deuxième récolte, relativement à la planche neutre (tableau 11), on ne constate aucune variation des taux des composants majoritaires malgré une apparente disparition des trois premiers composés qui sont: l' $\alpha$  - pinène, le  $\beta$  - pinène, le myrcène; ces composés n'existant d'ailleurs qu'en très faible pourcentage (< 0,5%).

Par-contre lorsque, un mois après la première récolte sur cette même planche du campus, on récupère le matériel végétal nouvellement constitué, on obtient, après extraction à la vapeur et analyse, une diminution du taux de linalol (70,9% au lieu de 74,8%) constituant majoritaire, et une augmentation du taux de l'ensemble  $\beta$  - caryophyllène + Trans  $\alpha$  - bergamotène (16,6% au lieu de 12,8%) constituants semi-majoritaires (tableau 12).

Tableau 11: Variation de la composition chimique de l'huile essentielle d'Oca (L) en fonction du stade de croissance

N° D'ORDRE SUR CPWAX 52 CB	IDENTIFICATION	PREMIERE RECOLTE	DEUXIEME RECOLTE
1	$\alpha$ - Pinène	0,38	-
2	$\beta$ - Pinène	0,10	-
3	Myrcène	0,21	-
4	Limonène	0,79	0,28
5	Hex - 3 - éne -- ol - acétate	0,03	Traces
6	Oct - 1 - éno1 cétate	0,23	0,26
7	Acétate de fénce	0,43	0,37
8	Oct - 7 - éne -- ol	0,64	1,03
9	$\alpha$ - Copaène	0,15	0,16
10	Linalol	74,77	76,77
11 +	$\beta$ - Caryophyllène Trans $\alpha$ - Bergamotène	12,81	12,80
12			
13	$\alpha$ - Humulène	0,41	0,37
14	Estragole	0,07	1,03
15	(Z) $\beta$ - Farnés	0,22	0,16
16	Germacrène D	0,50	0,36
17	(E) $\beta$ - Farnés	0,42	0,34
18	$\delta$ - Cadinène	0,15	Traces
19	$\alpha$ - Farnésène	2,14	1,89
20	$\beta$ - Sesquiphellène	0,48	0,45
21	Acétate de 2 -yl éthyl	0,29	0,25
22	Germacrène - D- ol	0,18	0,19
23	Nérolidol	0,62	0,55
24	$\beta$ - Eudesmol	0,17	0,25
25	$\alpha$ - Cadinol	0,07	0,11
26	14 - Hydroxy $\beta$ -caryophyllène	0,77	0,70

Tableau 12: Variation de la composition chimique de l'huile essentielle d'Oca (L) du campus en fonction de l'âge des feuilles (planche N)

N° D'ORDRE SUR CPWAX 52 CB	IDENTIFICATION	PREMIERE RECOLTE
1	$\alpha$ - Pinène	0,39
2	$\beta$ - Pinène	0,12
3	Myrcène	0,18
4	Limonène	0,76
5	Hex - 3 - éne - 1 - ol - acétate	Traces
6	Oct - 1 - éno1 - acétate	0,27
7	Acétate de fenchyle	0,33
8	Oct - 7 - éne - 4 - ol	0,82
9	$\alpha$ - Copaène	0,22
10	Linalol	70,85
11 + 12	$\beta$ - Caryophyllène + Trans $\alpha$ - Bergamotène	16,55
13	$\alpha$ - Humulène	0,45
14	Estragole	0,18
15	(Z) $\beta$ - Franésène	0,23
16	Germacrène D	0,65
17	(E) $\beta$ - Farnésène	0,48
18	$\delta$ - Cadinène	0,12
19	$\alpha$ - Farnésène	3,11
20	$\beta$ - Sesquiphellandrène	0,58
21	Acétate de 2 - Phényl éthyl	0,38
22	Germacrène - D - 4 - ol	0,13
23	Nérolidol	0,62
24	$\beta$ - Eudesmol	0,20
25	$\alpha$ - Cadinol	0,13
26	14 - Hydroxy - 9 - épicyaryophyllène	0,65



II - c) Composition chimique de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* du campus (planche neutre, première récolte)

Un mois après le repiquage, la matière végétale de la plante N de l'*Ocimum basilicum* local a été extraite à la vapeur, puis l'huile obtenue a été analysée. Les résultats révèlent l'estragole comme constituant majoritaire (55,8%). Le linalol (20,9%) et le 1,8 - cinéole (10,2%) sont aussi d'une teneur importante (tableau 13).

Tableau 13: Composition chimique de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* local (planche N, première récolte)

N° D'ORDRE SUR CPMAX 52 CB	IDENTIFICATION	PLANCHE N (%)
1	$\alpha$ - Pinène	0,63
2	$\beta$ - Pinène	1,06
3	Myrcène	0,73
4	Limonène	1,47
5	Cinéole - 1,8	10,25
6	Trans $\beta$ - Ocimène	1,00
7	Hex - 3 - ène - 1- ol	-
8	Camphre	0,99
9	Linalol	20,94
10	Trans $\alpha$ - Bergamotène	0,09
11	Pinocarvol	0,34
12	$\alpha$ - Humulène	-
13	Estragole	55,79
14	Germacrène D	-
15	Bornéol	1,11
16	$\alpha$ - Terpinéol	-
17	$\delta$ - Guaiène	0,17
18	Germacrène B	0,14

19	$\gamma^1$ - Cadinène	0,42
20	Calaménène	0,35
21	Géraniol	-
22	Méthyl EugénoI	-
23	CubénoI	0,06
24	VéridifléroI	-
25	NérolidoI	0,21
26	SpathulénoI	-
27	T - muuroloI	-
28	T - cadioI	0,51
29	$\alpha$ - EudesmoI	-
30	$\alpha$ - cadioI	-

II - d) Composition chimique des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* et d'*Ocimum gratissimum* récolté à différents endroits

- L'*Ocimum basilicum* récolté à divers endroits donne des huiles très différentes en ce qui concerne la composition en produits majoritaires (tableau 14). On distingue:
  - \* une huile riche en linalol (45%), en T - muuroloI (15%) en Trans  $\alpha$  - Bergamotène (6,7%);
  - \* une huile riche en estragole (52,7%), en linalol (25%) et en 1,8 - cinéole (10,5%);
  - \* une huile très riche en estragole (87%) composé très dominant. Le 1,8 - cinéole et le Bergamotène ont un taux d'environ 2,5% chacun.
- L'*Ocimum gratissimum* ne présente pas de différences pour autant accentuées, dans la composition en produits majoritaires (tableau 15). Le thymol apparaît comme le produit majoritaire avec un taux de 30 à 34%. Les autres composés présents en des taux plus ou moins importants sont: le  $\gamma$  - terpinène (15,3 à 22,7%); le para-cymène (4,6 à 16,7%), 1' $\alpha$  - thujène (3,0 à 7,1%), le myrcène (2,2 à 4,9%).

Tableau 14: Composition chimique des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* local de différents endroits

N° D'ORDRE SUR CPWAX 52 CB	IDENTIFICATION	MINNONTIN (%)	CAMPUS (%)	AEROPORT (%)
1	$\alpha$ - Pinène	0,11	0,35	0,03
2	$\beta$ - Pinène	0,06	0,69	0,11
3	Myrcène	0,02	0,54	0,05
4	Limonène	0,40	1,12	0,07
5	Cinéole - 1,8	1,38	10,47	2,55
6	Trans $\beta$ - Ocimène	2,34	0,89	0,42
7	Hex - 3 - ène - 1- ol	1,52	-	-
8	Camphre	0,06	1,14	-
9	Linalol	45,30	24,99	0,81
10	Trans $\alpha$ - Bergamotène	6,71	1,35	2,54
11	Pinocarvol	-	0,17	0,23
12	$\alpha$ - Humulène	0,07	-	-
13	Estragole	1,00	52,75	87,00
14	Germacrène D	0,58	-	-
15	Bornéol	-	-	-
16	$\alpha$ - Terpinéol	1,80	1,51	0,68
17	$\delta$ - Guaiène	0,23	0,13	0,14
18	Germacrène B	0,76	0,12	0,12
19	$\gamma$ - Cadinène	1,38	0,33	0,29
20	Calaménène	0,14	0,48	-
21	Géraniol	0,84	-	-
22	Méthyl Eugénol	1,72	-	0,06
23	Cubénoïl	0,01	0,07	0,06
24	Véridiflérol	0,33	-	-

25	Nérolidol	0,09	-	0,24
26	SpathulénoI	-	-	-
27	T - muuroIol	14,94	-	0,14
28	T - cadi nol	4,99	0,67	0,55
29	$\alpha$ - Eudesmol	0,02	-	-
30	$\alpha$ - cadi nol	0,02	-	0,10

Tableau 15: Composition chimique des huiles essentielles d'Ocimum gratissimum local de différents endroits

N° D'ORDRE SUR CPWAX 52 CB	IDENTIFICATION	MIDEDJI (%)	STE-RITA (%)	CAMPUS (%)
1	$\alpha$ - Pinène	0,73	1,30	0,78
2	$\alpha$ - thujène	7,16	4,77	3,01
3	Camphène	0,17	0,14	0,09
4	$\beta$ - pinène	0,58	0,48	0,28
5	Sabinène	1,06	0,77	0,49
6	$\Delta^2$ - carène	0,26	0,24	0,14
7	$\alpha$ - phellandrène	-	0,36	0,22
8	Myrcène	4,88	4,28	2,19
9	$\alpha$ - terpinène	1,75	3,58	2,01
10	Limonène	1,01	0,90	0,53
11	1,8 - cinéole	0,40	0,40	0,25
12	cis $\beta$ - ocimène	0,23	0,41	0,17
13	$\gamma$ - terpinène	15,35	22,65	15,27
14	Trans $\beta$ - ocimène	0,20	0,63	0,08
15	Para-cymène	16,72	9,78	4,62
16	Terpinolène	0,14	0,19	0,10
17	Hydrate de sabinène Trans	1,91	1,80	0,73

18	Oct - 7 - éne - 4 - ol	1,28	0,86	0,41
19	$\alpha$ - copaène	-	0,11	0,21
20	Camphre	0,15	Traces	0,06
21	Hydrate de sabinène cis	0,25	0,27	3,25
22	Linalol	2,21	3,70	1,48
23	$\beta$ - caryophyllène	0,73	1,28	0,64
24	$\alpha$ - humulène	0,12	0,36	0,12
25	- pinène	2,30	2,13	0,69
26	P. cymène - 8 - ol	0,35	0,17	0,12
27	Oxyde de caryophyllène Trans	1,09	0,25	0,09
28	Nérolidol	0,94	-	Traces
29	Thymol	30,59	34,14	31,65
30	Carvacrol	0,35	0,23	0,11

II - e) Variation de la composition chimique de l'huile essentielle d'*Ocimum canum* de Pobè en fonction de l'organe végétal

Les huiles essentielles des feuilles et des graines d'*Ocimum canum* provenant de Pobè ont été analysées. Les produits majoritaires demeurent le linalol et l'ensemble  $\beta$  - caryophyllène + Trans  $\alpha$  - bergamotène (tableau 16). Leurs taux dans les feuilles et dans les graines sont respectivement de 10,3 et 43,4% puis de 13,5 et 32%. Notons cependant, en comparaison avec l'*Ocimum canum* cultivé, que ces taux s'inversent: le linalol ayant ici un taux plus prépondérant que celui de l'ensemble  $\beta$  - caryophyllène + Trans  $\alpha$  - bergamotène (tableau 11 fait plus haut).

Tableau 16: Variation de la composition chimique de l'huile essentielle d'Ocimum canum de Pobè en fonction de l'organe végétal

N° D'ORDRE SUR CPWAX 52 CB	IDENTIFICATION	FEUILLES (%)	GRAINES (%)
1	$\alpha$ - Pinène	2,02	2,12
2	$\beta$ - Pinène	0,09	0,23
3	Myrcène	2,66	2,78
4	Limonène	3,31	3,64
5	Hex - 3 - éne - 1 - ol - acétate	0,78	Traces
6	Oct - 1 - éno1 - acétate	-	0,42
7	Acétate de fenchyle	0,26	0,51
8	Oct - 7 - éne - 4 - ol	6,40	5,86
9	$\alpha$ - Copaène	0,58	0,45
10	Linalol	10,25	13,45
11 + 12	$\beta$ - Caryophyllène + Trans $\alpha$ - Bergamotène	43,38	31,98
13	$\alpha$ - Humulène	0,33	0,34
14	Estragole	0,40	0,25
15	(Z) $\beta$ - Franésène	0,33	0,46
16	Germacrène D	0,35	0,79
17	(E) $\beta$ - Farnésène	0,60	0,64
18	$\delta$ - Cadinène	0,13	Traces
19	$\alpha$ - Farnésène	4,00	2,00
20	$\beta$ - Sesquiphellandrène	0,11	Traces
21	Acétate de 2 - Phényl éthyl	0,26	0,26
22	Germacrène - D - 4 - ol	-	-
23	Nérolidol	0,21	0,21
24	$\beta$ - Eudesmol	0,11	0,11
25	$\alpha$ - Cadinol	-	0,14
26	14 - Hydroxy - 9 - épicycaryophyllène	0,34	0,41

## CONCLUSION

Certaines constatations faites dans la rubrique RENDEMENTS (plus haut) ont pu être vérifiées et il ressort des différents résultats que:

la composition chimique des huiles essentielles des espèces cultivées varie très peu avec la nature des planches. La planche à engrais minéral étant un peu plus favorable à l'Ocimum canum local et beaucoup moins à l'Ocimum basilicum local.

L'Ocimum basilicum vietnamien se rapproche du local par le constituant majoritaire qui est l'estragole dans les deux cas. Cependant, le taux de ce constituant est plus important dans l'huile d'Ocimum basilicum vietnamien que dans celle d'Ocimum basilicum local.

Le taux du composant majoritaire de l'huile essentielle d'Ocimum canum local augmente légèrement à la deuxième récolte. D'une récolte à une autre sur les mêmes parties des plantes, il diminue au profit du composé semi-majoritaire.

L'Ocimum basilicum vietnamien est du type estragole (85,9%) signalé dans la littérature<sup>(21)</sup> comme type Réunion à estragole (85%).

L'Ocimum basilicum français est par-contre du type linalol (58,3%) et 1,8 - cinéole (11,8%), qui n'existe pas, selon notre connaissance, dans la littérature.

L'Ocimum basilicum local est caractérisé par trois types chimiques:

- \* un type estragole (87%) déjà signalé;
- \* un type estragole (55,8%) et linalol (25,0%) avec une teneur appréciable en 1,8 - cinéole (10,2 à 10,5%). Ce type peut être rapproché du type Européen signalé dans la littérature<sup>(21)</sup>, riche en linalol (40%) et en estragole (25%);
- \* un type linalol (45,3%) et T' - muurolol (15,0%) non connu dans la littérature. Le cinnamate de méthyle signalé dans la littérature<sup>(21)</sup> n'a pas été retrouvé dans aucun de nos chémotypes.

L'Ocimum canum local est caractérisé par deux types chimiques représentés en fait par les mêmes constituants mais avec des teneurs variables:

- \* le type **linalol** (77%) déjà signalé dans la littérature<sup>(21)</sup> et contenant un taux relativement important de l'ensemble **β** - caryophyllène + Trans **α** - bergamotène (11,4 - 19,7%);
- \* le type **sesquiterpène** (**β** - caryophyllène + trans **α** - bergamotène) (43,4%), non connu dans la littérature et contenant une teneur relativement importante en linalol (10,3%).

Ici aussi, le cinnamate de méthyle et le camphre souvent rencontrés dans les échantillons provenant de certains pays, n'ont pas été identifiés dans nos échantillons.

Les échantillons d'huiles essentielles d'Ocimum gratissimum analysés, révèlent un type thymol (31 - 34%) connu dans la littérature<sup>(21)</sup> et contenant ici le **γ** - terpinène (15 - 22%) et le para-cymène (16,7%) en proportion importante.



### III- ETUDE COMPARATIVE

Les huiles essentielles des trois espèces locales d'Ocimum ont été comparées à celles de certains pays. Les conditions analytiques sont en général différentes d'un pays à un autre. Dans cette étude-ci, nous avons utilisé une colonne CPWAX 52CB qui est rarement utilisée par ces pays. Nous nous sommes seulement contentés de faire une simple comparaison de la composition chimique de nos huiles essentielles avec celles des huiles provenant de l'extérieur. Seuls les composants ayant un taux relativement important ont été considérés.

#### III.1. Variation de la composition chimique des huiles essentielles des espèces locales étudiées en fonction des pays

L'huile essentielle d'Ocimum basilicum a été comparée à celle de 7 pays: l'Europe, la Réunion, Madagascar, la Côte d'Ivoire, le Cameroun, le Tchad et le Congo (tableau 17). Il ressort de cette comparaison que l'Ocimum basilicum local donne une huile essentielle intermédiaire entre celles provenant de l'Europe et de la Réunion. On note par ailleurs dans cette huile essentielle un taux relativement important de T - muurolol et de T - cadinol, alors que ces produits sont absents des huiles essentielles de ces deux autres pays. Cette huile peut être rapprochée plus de celle du Congo que de celle de Madagascar à cause de la teneur particulièrement faible du linalol dans cette dernière. Par contre, le taux de T - cadinol la rapproche un peu de celle du Tchad; mais, tandis que l'eugénol et le  $\delta$  - cadinène sont présents avec des taux plus ou moins importants (15,10% et 8,20% respectivement) dans l'huile du Tchad, ils sont complètement absents de celle du Bénin.

L'huile essentielle d'Ocimum canum a été comparée à celle de l'Etat du Nord-Caroline (USA), du Nigéria, de la Somalie et d'Aruba (île située dans la mer des Antilles). On note qu'elle peut être rapprochée de celle du Nord-Caroline par leurs taux respectifs en linalol: (10,20 - 76,90%) et (43,9 - 69,30%); cependant, tandis que les composés tels que le  $\beta$  - ocimène, les  $\alpha$  - et  $\beta$  - bisabolène, l'eugénol, l'estragole ou le fenchone sont présents avec des pourcentages appréciables dans l'huile du Nord-Caroline, celle du Bénin en est complètement dépourvue. Les huiles essentielles du Nigéria, de la Somalie et d'Aruba sont

complètement différentes de celle du Bénin par la teneur prépondérante en eugénol (66,40%), en camphre (60%) et en cinnamate de méthyle (53,8%) respectivement (tableau 18).

Quant à l'huile essentielle d'Ocimum gratissimum du Bénin, elle a été comparée à celles d'Aruba, de Congo (Brazzaville) et du Nord-Caroline. Il ressort de cette comparaison qu'elle se rapproche plus de celle du Congo (tableau 19). en effet, tous les composés figurant dans ce tableau sont présents dans chacune de ces huiles essentielles, en pourcentage presque identique; cependant les composés tels que le para-cymène et le thymol sont en quantités plus prononcées dans l'huile du Congo que dans celle du Bénin; tandis que cette dernière contient un taux en  $\gamma$ -terpinène plus important que celui contenu dans l'huile du Congo. Les composés tels que le 1,8 - cinéole, le linalol, le  $\beta$  - caryophyllène, l'eugénol, l'estragole; et le  $\beta$  - caryophyllène, l'eugénol, le  $\beta$  - élémène, reconnu comme composés prépondérants dans les huiles essentielles d'Ocimum basilicum du Nord-Caroline et d'Aruba, sont retrouvés en faible teneur voire absents dans nos échantillons.

Tableau 17: Composition chimique de l'huile essentielle d'Ocimum basilicum en comparaison avec celles de divers pays

	BÉNIN	EUROPE	RÉUNION	MADAGASCAR	CÔTE D'IVOIRE	CAMEROUN	TCHAD	CONGO
1,8 Cinéol	1,38 - 11,83	2,70 - 30,40	2,40	30,50	4,70	76,50	5,60	10,00
Linalol	20,94 - 58,30	39,10 - 54,70	0,70	1,70		0,40	35,20	30,60
Estragole	52,76 - 85,87	23,2 - 31,80	70,00 - 87,80	83,40	1,10			50,70
Eugénol		3,40 - 6,60	0,50	0,40	16,90		15,10	
Cis B - ocimène		2,70 - 30,40	2,40	0,10				
Acétate d' $\alpha$ - terpényle		2,17 - 6,30	0,10					
Terpinèn - 4 - ol		Traces	2,40	0,20	10,70	1,50		Traces
$\alpha$ - humulène	0,07 - 0,90	Traces	5,00 - 11,20			1,00	0,70	Traces
Cinnamate de méthyle		0,16 - 0,50	Traces					
Muuroolène		Traces	5,00 - 11,20		1,40	0,40		Traces
B - caryophyllène		0,98 - 1,00	2,40	0,60		0,40		0,20
Iso caryophyllène		5,20 - 9,20	0,50		0,40			
T - muurolol	4,33 - 14,86							
T - cadinol	4,29 - 11,01	Traces	0,60				11,00	
$\delta$ - cadinène		Traces	Traces			1,40	8,20	

Tableau 18: Composition chimique de l'huile essentielle d'Ocimum canum en comparaison avec celles de divers pays

	BENIN	N. CAROLINE	NIGERIA	SOMALIE	ARUBA
Limonène	0,80 - 3,60	1,60 - 12,90		13,00	0,40
1,8 - cinéole		0,20 - 12,50	0,10		7,00
Linalol	10,20 - 76,90	43,90 - 69,30	0,10		6,60
Camphre		1,90		60,00	1,80
(E) $\beta$ - ocimène		2,50 - 9,00			
$\beta$ - bisabolène		9,10 - 15,80			
(Z) $\alpha$ - bisabolène		6,40 - 11,70			
Eugénol		11,40 - 39,40	66,40		
Estragole		1,20 - 9,20			1,20
$\beta$ - caryophyllène		6,40	3,40	2,00	0,10
$\alpha$ - bergamotène	11,40 - 43,30				=< 2,60
Fenchone		Traces - 55,60			
Méthyl cinnamate					53,50
$\gamma$ - cadinol					5,3
$\alpha$ - farnésène	1,70 - 4,00				

Tableau 19: Composition chimique de l'huile essentielle d'*Ocimum gratissimum* en comparaison avec celles de divers pays

	BENIN	N. CAROLINE	ARUBA	CONGO
$\alpha$ - thujène	7,10			5,80
Myrcène	4,80			1,40 - 4,20
1,8 - cinéole		2,80 - 30,90	6,20	
Para-cymène	4,61 - 16,72			17,20 - 27,20
Linalol	1,48 - 3,69	3,10 - 46,10	0,30	2,00
Thymol	30,59 - 34,14			31,90 - 61,10
$\alpha$ - terpinène	1,74 - 3,58			1,30
$\beta$ - caryophyllène	1,28	2,50 - 27,30	39,80	1,00 - 1,70
Germacrène D		3,50 - 10,90		
Eugénoï		21,10 - 56,70	20,00	
Estragole		20,6		
$\beta$ - élémène		0,20 - 4,50	10,40	
$\gamma$ - terpinène	15,27 - 22,65			2,00 - 4,40
Trans $\alpha$ - bergamotène		0,50 - 9,70		0,20

III.2. Etude comparative de la composition chimique des huiles essentielles des trois espèces locales d'Ocimum étudiées

Ces trois espèces locales renferment dans leurs huiles essentielles certains composés qui leurs sont communs avec des pourcentages variables. Il s'agit de:  $\alpha$  et  $\beta$  - pinène, myrcène, limonène, linalol.

Cependant, en se limitant aux composés majoritaires, il ressort que les huiles essentielles de ces trois espèces contiennent des teneurs plus ou moins importantes en linalol, mais avec une prépondérance notable dans les huiles d'Ocimum basilicum et d'Ocimum canum (tableau 20). Par contre, l'Ocimum gratissimum contient un fort pourcentage en thymol, para cymène et  $\gamma$  - terpinène; ces derniers étant absents des huiles des deux autres espèces.

Tableau 20: Etude comparative des huiles essentielles des Ocimum basilicum, canum, gratissimum locaux

Composés	Ocimum basilicum	Ocimum canum	Ocimum gratissimum
$\alpha$ - thujène			7,10
Myrcène	Faible	Faible	4,80
1,8 - cinéole	1,38 - 11,83	0,80 - 3,60	
Para-cymène			4,61 - 16,72
Linalol	20,94 - 58,30	10,20 - 76,90	1,48 - 3,69
Estragole	52,76 - 85,87		
Thymol			30,60 - 34,14
$\gamma$ - terpinène			15,27 - 22,65
$\beta$ - caryophyllène + Trans $\alpha$ - bergamotène		11,40 - 43,30	
T - muurolol	4,33 - 14,86		
T - cadinol	4,29 - 11,01		

## CONCLUSION GENERALE

A l'issue de cette étude, nous nous sommes rendus compte de la richesse potentielle des huiles essentielles des espèces locales étudiées. En effet, elles peuvent contenir selon les sites de récolte, en quantités prépondérantes, les composés suivants:

- l'estragole, le linalol, le 1,8 - cinéole, le T - muurolool et le T - cadinol pour l'Ocimum basilicum;
- le linalol, l'ensemble  $\beta$  - caryophyllène + Trans  $\alpha$  - bergamotène pour l'Ocimum canum;
- le thymol, le  $\gamma$  - terpinène, le para-cymène et l' $\alpha$  - thujène pour l'Ocimum gratissimum.

Toutes ces molécules sont reconnues pour leurs diverses propriétés. Mentionnons entre autres, les propriétés antispasmodique, antalgique, anti-inflammatoire de l'estragole, antibactériennes du thymol. Le para cymène est un antalgique percutané bien utile dans les algies tendino-musculaire et ostéo-articulaire<sup>(16)</sup>.

Le 1,8 cinéole est à la base de plusieurs spécialités qui sont utilisées dans le traitement des infections pulmonaires et dans la décongestion des voies respiratoires; il intervient aussi dans des industries de parfum pour sa senteur fraîche<sup>(28)</sup>.

La technique culturale que nous avons utilisée n'a pas modifié de façon notable la teneur de nos échantillons d'huiles en ces divers constituants.

Les planches neutres ou les sites de peuplement naturels se sont le plus souvent montrés favorables à leur teneur dans nos échantillons.

La teneur des divers constituants de ces échantillons nous amène à prévoir une valorisation éventuelle des huiles essentielles de ces espèces étudiées. Un champ d'expérimentation pourrait alors être envisagé pour leur culture dans différentes localités du Bénin, notamment celle de Pobè.

La présente étude n'est qu'un début de recherche; elle va être poursuivie en tenant compte de certains facteurs déterminants comme: le cycle végétatif, la nature du sol, les différentes parties des plantes, l'effet de séchage, en vue d'une optimisation quantitative et qualitative des huiles essentielles de ces espèces et des Ocimum en général.



## BIBLIOGRAPHIE

- 1 - P. FRANCHOMME  
L'Arômathérapie exactement; Livre 1er,  
R. JOLLOIS Editeur 1990, p. 30.
- 2 - M. GUYOT  
La systématique des Angiospermes (référence à la flore du Togo),  
EDITOGO (Juin 1992), p. 147-148.
- 3 - Contribution à l'étude morphologique de quelques espèces et variétés du genre  
*Ocimum* et à la constitution d'une banque de gènes.  
Conservatoire National des Plantes Aromatiques, Médicinales et  
Industrielles (Milly-La-FORET); p.4, (1990).
- 4 - Contribution à l'étude morphologique de quelques espèces et variétés du genre  
*Ocimum* et à la constitution d'une banque de gènes.  
Conservatoire National des Plantes Aromatiques, Médicinales et  
industrielles (Milly-La-FORET); p. 6-8, (1990).
- 5 - S. de SOUZA,  
Flore du BENIN, tome 3, p. 337-338 (1989).
- 6 - E.J. ADJANOHOUN ET COLLABORATEURS,  
Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en république du  
BENIN; p. 279-281.
- 7 - Y. MAHMOUT  
Contribution à l'étude de quelques aromates et condiments utilisés au  
Tchad.  
Thèse de doctorat Université de Montpellier II, 1992, p. 107.
- 8 - Bulletin plantes aromatiques - huiles essentielles,  
Octobre - Novembre - Décembre 1989; p. 11.
- 9 - Contribution à l'étude morphologique de quelques espèces et variétés du  
genre *Ocimum* et à la constitution d'une banque de gènes.  
Conservatoire National des Plantes Aromatiques, Médicinales et  
Industrielles (Milly-La-FORET), p. 33, 46, (1990).
- 10 - Contribution à l'étude morphologique de quelques espèces et variétés du  
genre *Ocimum* et à la constitution d'une banque de gènes.  
Conservatoire National des Plantes Aromatiques, Médicinales et  
Industrielles (Milly-La-FORET); p. 7-8, (1990).
- 11 - B. CAMARA - M. NIANGA  
Ravista Italiana EPPoS: 11e Journées Internationales Huiles essentielles  
3 - 4 - 5 septembre 1992, p. 603-608,  
ISTITUTO TETRAHEDRON.

- 12 - Revue Scientifique Panafricaine,  
Plantes aromatiques - huiles essentielles, vol 1, n° 01, p. 66 (1993).
- 13 - P. FRANCHOMME  
L'Arômatherapie exactement; livre 2e  
R. JOLLOIS Editeur, 1990, p. 81.
- 14 - R. PAGIOTTIR;  
Ravista Italiana EPPoS;  
12e Journées Internationales - Huiles essentielles,  
2 - 3 - 4, Septembre 1993, p. 584-588.  
ISTITUTO TETRAHEDRON.
- 15 - Bull: Plantes aromatiques - huiles essentielles,  
Octobre - Novembre - Décembre 1989, p. 10.
- 16 - P. FRANCHOMME  
L'Arômatherapie exactement; livre 2e,  
R. JOLLOIS Editeur, 1990, p. 81-91.
- 17 - P. FRANCHOMME  
L'Arômatherapie exactement; livre 4e,  
R. JOLLOIS Editeur, 1990, p. 379-382.
- 18 - Y. MAHMOUT;  
Contribution à l'étude de quelques aromatiques et condiments utilisés au Tchad.  
Thèse de doctorat Université de Montpellier II, 1992, p. 20.
- 19 - G. M. KIYABOU: Les Eucalyptus du Congo;  
Variations inter et intra-spécifiques du rendement et de la composition de leurs huiles essentielles.  
Thèse de doctorat Université de Montpellier II, 1992.
- 20 - P. FRANCHOMME  
L'Arômatherapie exactement; livre 1er,  
R. JOLLOIS Editeur, 1990, p. 44-48.
- 21 - Contribution à l'étude morphologique de quelques espèces et variétés du genre *Ocimum* et à la constitution d'une banque de gènes.  
Conservatoire National des Plantes Aromatiques, Médicinales et Industrielles (Milly-La-FORET); p. 10, (1990).
- 22 - D'BRIAN, M. LAUSCEACE;  
National flavor and fraganc materials,  
"Perfumer T flavorist", p. 198-199,  
Essential oil, (1988-1991).
- 23 - Contribution à l'étude morphologiques de quelques espèces et variétés du genre *Ocimum* et à la constitution d'une banque de gènes.  
Conservatoire National des Plantes Aromatiques, Médicinales et Industrielles (Milly-La-FORET), p. 13 (1990).

- 24 - P. FRANCHOMME  
L'Arômatherapie exactement, livre 4e,  
R. JOLLOIS Editeur, 1990, p. 381.
- 25 - U. RAVID, E. PUTIEVSKY AND I. KATZIR;  
J. of flav. and frag. 8, p. 225-228 (1993).
- 26 - C.E. FUN and A.B. SVENDSEN;  
J. of flav. and frag. 5, p; 173-177 (1990).
- 27 - R. MAJDALANI,  
Ravista Italiana EPPOS,  
12e Journée Internationale - Huiles essentielles.  
2 - 3 - 4 Septembre 1993, p. 102-105,  
ISTITUTO TETRAHEDRON
- 28 - KURTBAUER and DOROTHEA GARBE;  
Common fragrance and flavor materials, 1985.

Tableau 10:	Variation de la composition chimique de l'huile essentielle d'Oca (L) en fonction de la nature des planches (première récolte au campus) . . .	31
Tableau 11:	Variation de la composition chimique de l'huile essentielle d'Oca (L) en fonction du stade de croissance . . . . .	33
Tableau 12:	Variation de la composition chimique de l'huile essentielle d'Oca (L) du campus en fonction de l'âge des feuilles (planche N) . . . . .	34
Tableau 13:	Composition chimique de l'huile essentielle d' <u>Ocimum basilicum</u> local (planche N, première récolte) . . . . .	35
Tableau 14:	Composition chimique des huiles essentielles d' <u>Ocimum basilicum</u> local de différents endroits . . . . .	37
Tableau 15:	Composition chimique des huiles essentielles d' <u>Ocimum gratissimum</u> local de différents endroits . . . . .	38
Tableau 16:	Variation de la composition chimique de l'huile essentielle d' <u>Ocimum canum</u> de Pobè en fonction de l'organe végétal . . . . .	40
Tableau 17:	Composition chimique de l'huile essentielle d' <u>Ocimum basilicum</u> en comparaison avec celles de divers pays . . . . .	45
Tableau 18:	Composition chimique de l'huile essentielle d' <u>Ocimum canum</u> en comparaison avec celles de divers pays . . . . .	46
Tableau 19:	Composition chimique de l'huile essentielle d' <u>Ocimum gratissimum</u> en comparaison avec celles de divers pays . . . . .	47
Tableau 20:	Etude comparative des huiles essentielles des <u>Ocimum basilicum</u> , <u>canum</u> , <u>gratissimum</u> locaux . . . . .	48