

Extraction de l'Huile Essentielle Complète des Fleurs de *Cananga Odorata* de la Plaine de l'Imbo: Vers la Vulgarisation d'une Nouvelle Filière de Plante Industrielle au Burundi

Steve De Cliff^(*) et Pierre Claver Harerimana¹

Département de Chimie
Faculté des Sciences
Université du Burundi
B.P. 2700 Bujumbura, Burundi

Résumé

Le *Cananga Odorata*, de son nom commun « ylang-ylang », est une plante très odorante que l'on trouve de plus en plus dans la plaine de l'Imbo. L'extraction des huiles essentielles des fleurs de la plante, accomplie par hydrodistillation quelques jours après la floraison, et seulement dans des conditions expérimentales encore au niveau de l'essai, c'est-à-dire non optimales, a pourtant donné une huile essentielle ayant des propriétés physico-chimiques étonnamment en accord avec ceux des normes internationalement reconnues ^[1-3]. Avec une densité de 0.940, un indice de réfraction (IR_{20}) de 1.502, un indice d'acide (IA) de 0.421, et un indice d'ester (IE) de 350.6, particulièrement très élevé, l'extraction et le conditionnement de sa fraction aromatique offre de nouvelles perspectives en aromathérapie et en parfumerie, ce qui pourrait faire de la culture d'ylang-ylang une nouvelle possibilité de filière de plante industrielle à vulgariser, non seulement au Burundi, mais aussi dans les pays de la région qui partagent les mêmes conditions géo-climatiques.

Abstract

The *Cananga odorata*, commonly known as "ylang-ylang", is a very fragrant plant now growing in the Imbo plain. The extraction of essential oils from flowers of that plant, performed by hydrodistillation few days after flowering, and only under non optimal experimental conditions, has yet to give oil with physico-chemical properties very consistent with international standards. In effect, with a density of 0.940, a refractive index of 1.502, an

¹ Cet article reprend une partie des résultats d'un travail de mémoire de fin de formation présenté à l'Institut de Pédagogie Appliquée de l'Université du Burundi par PC Harerimana pour l'obtention du diplôme de « Licence en Sciences Chimiques ».

acidic index of 0.421, and a particularly high ester index of 350.6, the extraction and conditioning of the aromatic fraction of ylang-ylang offers new perspectives in aromatherapy and perfumery, which could make ylang-ylang a new opportunity of vulgarization of this new industrial plant, not only in Burundi, but also in the countries of the region that share the same geo-climatic conditions.

Mots clés: Huile essentielle; Hydrodistillation; Ylang-Ylang; *Cananga Odorata*; Parfum; Parfumerie

1. Introduction

Cananga odorata (Lam.) Hook.f. & Thomson, communément appelé ylang-ylang, est un arbre originaire des Moluques. Cet archipel situé à l'est de l'Indonésie a attiré les Européens dès le 16^{ème} siècle en raison de sa production importante d'épices^[4-7]. Aujourd'hui, *Cananga odorata* est cultivé sur trois sites principaux dans l'Océan indien: l'Union des Comores, Madagascar et Mayotte. Il est cultivé dans ces pays afin d'obtenir l'huile essentielle d'ylang-ylang par la distillation fractionnée de ses fleurs fraîches et mures. Cette huile, très importante pour l'économie des rois pays producteurs, représente une source indispensable de revenus pour les îles de l'Océan indien^[5]. Elle présente une grande richesse olfactive et est destinée à la parfumerie de luxe, la parfumerie de masse, la fabrication de produits cosmétiques, de détergents, de déodorants et à la savonnerie^[4-10]. Bien qu'il entre dans la composition de nombreux produits de notre quotidien, l'ylang-ylang est à la fois une plante et une huile essentielle très peu connue. Le premier producteur mondial d'essence d'ylang-ylang est l'Union des Comores^[5,6,10].

Au Burundi, l'étude des huiles essentielles n'a jamais été d'une brûlante actualité malgré son ancienneté et les développements exponentiels des biotechnologies végétales ailleurs au monde. L'histoire de l'aromathérapie est née avec les progrès de la science, de nouveaux principes actifs et de nouvelles propriétés pharmacologiques ayant permis de faire des plantes aromatiques et médicinales^[5] d'authentiques médicaments^[6]. Le Burundi, de par sa position géographique, jouit de plusieurs facteurs de pédogenèse et de grandes variations de micro-climats auxquels s'ajoutent les ressources hydriques, qui lui confèrent un patrimoine floral d'une grande diversité. Cependant, rares sont les cultures des plantes à parfum qui ont fait l'objet d'études scientifiques très approfondies, même pas à l'Université du Burundi. Malheureusement, le *Cananga Odorata* est un exemple éloquent d'espèce qui n'échappe pas à

cette règle. Originaire des forêts humides du Sud-Est de l'Asie, on ne sait pas encore comment, ni quand il a été introduit au Burundi, particulièrement dans la plaine de l'Imbo où il semble bien s'acclimater. Il pourrait avoir été introduit très récemment par des voyageurs à titre de simple curiosité, car on ne connaît nulle part au Burundi où il est cultivé de façon extensive. En effet, sa culture est pratiquée de façon sporadique sur de petites parcelles à Bujumbura par des particuliers qui semblent s'intéresser beaucoup plus par son ombrage et par le parfum que dégagent ses fleurs, sans toutefois s'imaginer que dans d'autres pays comme le Madagascar et les Comores, il s'agit d'une plante industrielle qui fait vivre des familles entières de par l'exportation de ses huiles essentielles. En effet, les substances aromatiques secrétées par les fleurs du *Cananga Odorata* recèlent d'intéressantes activités biologiques (antimicrobienne, anti-inflammatoire, hémostatique et cicatrisante)^[11].

La présente étude part du constat que le marché des HE au Burundi est un secteur non encore exploité et qu'une industrie artisanale et un savoir-faire devraient être amorcés pour exploiter le riche potentiel végétal dont recèle le pays. Il s'agit aujourd'hui de le développer pour faire de cette activité une source supplémentaire de revenu et un outil de développement durable. Elle pourra viser aussi bien le marché de l'industrie des cosmétiques et des détergents, destiné tant au marché local, mais surtout à l'exportation. Plusieurs variétés de plantes odorantes non encore exploitées devraient faire l'objet de préoccupation. L'une de ces préoccupations a trait à l'extraction des essences aromatiques d'ylang-ylang issu d'une variété de *Cananga odorata* qui pousse dans la plaine de l'Imbo.

1.1. Conditions pédoclimatiques de sa zone de production

L'ylang-ylang est une plante très rustique. C'est une espèce pionnière, s'adaptant à une large gamme de sols, allant du sablonneux à l'argileux. Dans sa zone culturale, il se développe aussi bien dans les sols alluvionnaires du Madagascar que dans les sols volcaniques des Comores. Il peut croître sur des sols à texture légère, moyenne et lourde. Il supporte des variations de pH allant de 4,5 à 8,0. Il exige des terrains bien drainés mais tolère des sols détrempés sur une courte période. Son système racinaire bien développé et pivotant lui permet de se développer sur des sols pentus mais nécessite cependant un sous-sol qui ne soit pas trop rocailleux [10,20].

L'ylang-ylang pousse aussi bien sous un climat équatorial que sous un climat subtropical maritime. On le rencontre dans les forêts tropicales humides et les forêts semi-sèches. On le

retrouve à des altitudes variant du niveau de la mer à 800 m et parfois jusqu'à 1 200 m près de l'Équateur. Les besoins annuels en eau sont de 1500 à 2000 mm, mais l'arbre supporte des précipitations moyennes annuelles allant de 700 à 5000 mm, bien qu'il tolère de courtes périodes de sécheresse (moins de deux mois) [10,29,30].

L'ylang-ylang préfère des températures élevées, comprises entre 25 et 31 °C mais ne supporte pas des températures inférieures à 5 °C. L'ylang-ylang se développe mieux en plein soleil mais il tolère l'ombre. Les feuilles et le tronc sont assez fragiles. Cependant, il repousse très vigoureusement après des dégâts dus au vent [10,29,30].

De nos jours, on retrouve d'importantes plantations d'ylang-ylang dans les îles de l'Océan indien, principalement aux Comores, à Madagascar et à Mayotte, mais également en Colombie, en Indochine, au Costa Rica, aux Philippines et en Côte d'Ivoire. Le premier producteur mondial d'essence d'ylang-ylang est l'Union des Comores [5, 6, 10]. Tous ces pays partagent les mêmes conditions pédoclimatiques que celles qu'on retrouve dans la Plaine de l'IMBO, qui est localisée dans un contexte géographique qui justifie ces caractéristiques pédoclimatiques.

1.2. Localisation et contexte géographique^[28]

La plaine de l'Imbo est située au Burundi. Le Burundi est l'un des cinq pays membres de la Communauté Est Africaine qui comprend aussi l'Ouganda, le Kenya, la Tanzanie et le Rwanda. Il couvre seulement 27.834 km² dont 25.200 km² terrestres et s'étend entre les méridiens 29°00' et 30°54' Est et les parallèles 2°20' et 4°28' Sud. Sans accès à la mer, il borde en revanche le lac Tanganyika (32 600 km² dont 2 634 km² appartiennent au Burundi), dans l'axe du Grand Rift occidental. Le lac et la Rivière Rusizi le bordent à l'Ouest, la rivière Malagarazi au Sud Est. Les bordures Ouest et Sud-Est (11.817 km²) appartiennent au bassin du Congo, le reste du pays (13.218 km²) constitue l'extrémité méridionale du Bassin du Nil. Les pays limitrophes sont la République Démocratique du Congo à l'Ouest, le Rwanda au Nord et la Tanzanie à l'Est et au Sud.

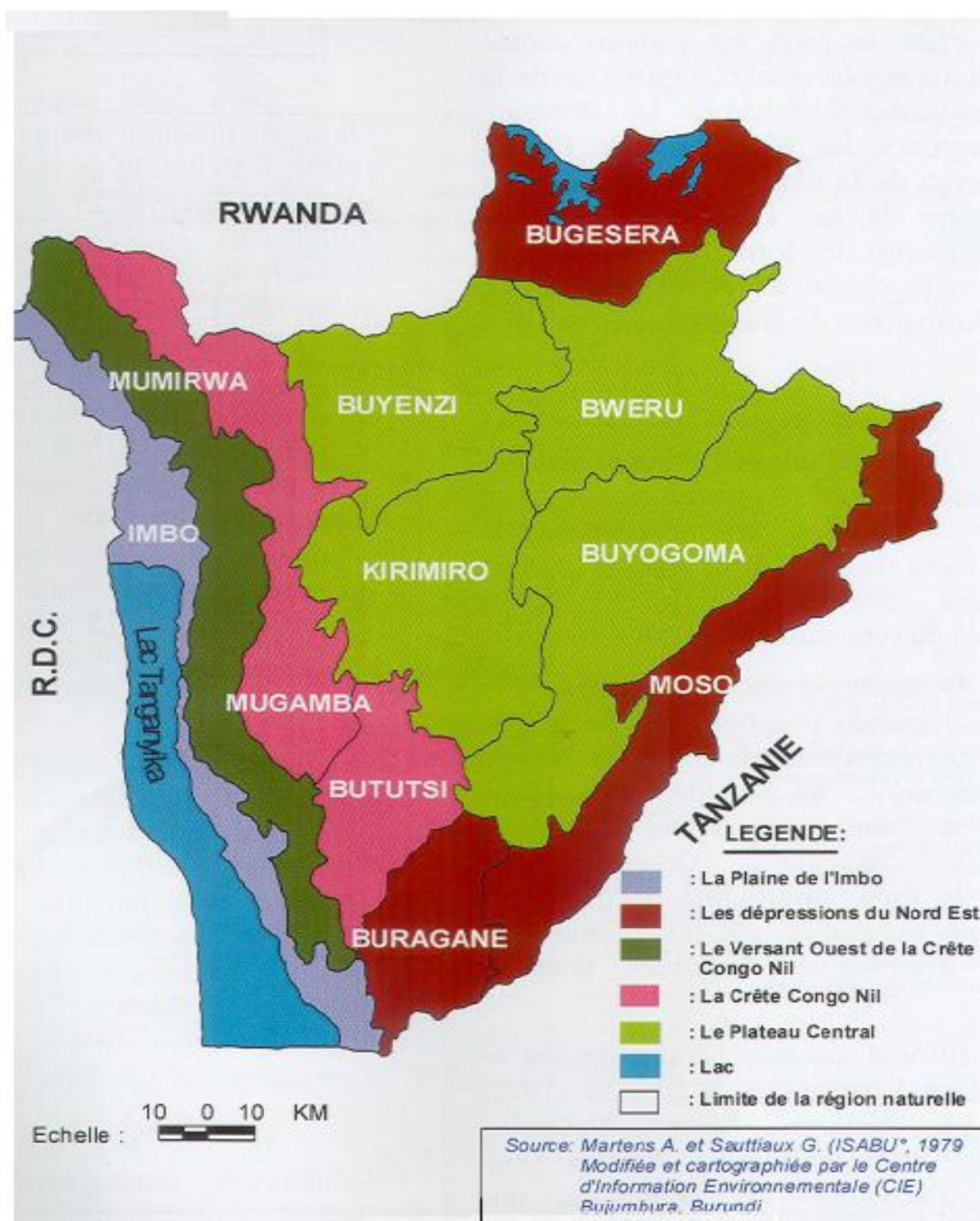


Figure 1 : Carte des cinq régions éco-climatiques du Burundi, dont la plaine de l'Imbo.

Le dessin topographique du Burundi s'accompagne de la variation du climat sur différentes altitudes, ce qui confère au pays une diversité géoclimatique importante. En effet, les altitudes supérieures à 2000 m, matérialisées par la crête Congo-Nil, sont plus arrosées avec des

précipitations moyennes comprises entre 1400 mm et 1600 mm et des températures moyennes annuelles oscillant autour de 15°C avec des minima atteignant parfois 0°C. Ces conditions climatiques (pluviosité élevée et température basse) font de ce milieu en zone tropicale de montagne, un lieu privilégié pour la formation des forêts ombrophiles.

Les altitudes moyennes rassemblées dans le seul terme " plateau central ", et oscillant entre 1500 et 2000 m, reçoivent environ 1200 mm de précipitations annuelles pour 18 à 20°C de températures moyennes annuelles.

Les altitudes inférieures à 1400 m représentées par la plaine de l'Imbo et les dépressions du Kumoso et du Bugesera ont des précipitations moyennes annuelles inférieures à 1200 mm et même souvent inférieures à 1000 mm comme à l'Imbo, avec des minima d'environ 500 mm. Les températures moyennes annuelles y sont supérieures à 20°C.

Le relief du Burundi est très varié. Ce pays est subdivisé en 5 régions éco-climatiques (Fig. 1). De l'Ouest vers l'Est, on distingue: *les basses terres de l'Imbo* correspondant à un fossé d'effondrement du Rift Valley occidental, la région escarpée de Mumirwa, la zone montagneuse (la Crête Congo-Nil) et les plateaux centraux et les dépressions de Kumoso et de Bugesera. L'altitude varie entre 774 m au bord du lac Tanganyika et 2670 m sur les massifs montagneux pour diminuer progressivement jusqu'à 1200 m à l'Est du pays.

Les basses terres de l'Imbo s'étendent à la limite occidentale du Burundi, formant une série de plaines de largeur variable depuis la Tanzanie, au sud, jusqu'au Rwanda, au nord. Les basses terres sont formées par la plaine de la Rusizi et les plaines riveraines du lac Tanganyika. L'altitude est comprise entre 774 m, niveau du lac Tanganyika et 1000 m au début des escarpements côtiers.

La plaine de la Rusizi se subdivise en deux parties: la plaine de la basse Rusizi au Sud, et la plaine de la moyenne Rusizi, au Nord. Les plaines riveraines du lac Tanganyika se développent au sud de la basse Rusizi. La topographie générale est dominée par une alternance de petites plaines sédimentaires de largeur variable (0 à 20 km) adossées sur de hauts reliefs. Quand ces derniers sont suffisamment éloignés, des plaines plus ou moins étendues se forment. La première est celle de Nyanza-Lac, drainée par la rivière Rwaba et ayant une largeur de 16 km. La seconde est celle de Rumonge. Elle est de moitié moins large

que la précédente mais est plus longue, elle s'étend de la rivière Nyengwe au sud jusqu'au nord de la rivière Dama. La troisième est située au sud de Bujumbura. Sa partie la plus large est occupée par le site de la capitale.

La plaine de l'Imbo correspond à la région naturelle de l'Imbo et occupe 7% de la superficie terrestre du pays. Dans la plaine de l'Imbo, les sols sont établis sur des sédiments lacustres ou des alluvions fluviales, comme ceux qu'on retrouve au Madagascar. Ils varient suivant leur substrat ou leur position géographique. On distingue les formations sableuses, les sols salins qui dominent les interfluvies et les vertisols des dépressions mal drainées. Les vertisols sont le résultat des dépôts alluvionnaires. La couleur noire des vertisols (d'où leur nom d'argiles noires tropicales) provient de l'association entre les argiles et la matière organique. Ils ont donc une composition importante de la matière organique. Ce sont des sols qui craquent et se fissurent sous l'effet de la chaleur pendant la saison sèche et qui s'engorgent et gonflent très rapidement en saison pluvieuse.

1.3. *Systématique et morphologie de la plante*

Cananga odorata est un arbre persistant appartenant à la division des Magnoliophytes, classe des Magnoliopsida, sous-classe des Magnoliidae, ordre des Magnoliales, famille des Annonaceae^[5,12-14]. Il existe deux formes de *C. odorata* (*genuina* et *macrophylla*) et une variété ('*fruticosa*')^[4,5,10,15,16]. La forme *macrophylla* se distingue de la forme *genuina* par des branches possédant un port tombant. Elles sont perpendiculaires au tronc dans le cas de *genuina* et *fruticosa*. Chez *macrophylla*, la taille des fleurs et des feuilles est plus importante. Par ailleurs, ces deux arbres ne sont pas cultivés dans les mêmes régions. *Fruticosa* est une variété naine. Elle est caractérisée par un arbre de petite taille portant beaucoup de petites fleurs^[3,4,6,10,15,16].

La forme de *Cananga odorata* dont il est question dans cette étude est la forme *genuina*. La figure 2 montre l'un des ylang-ylangiers qui a fourni les fleurs qui ont été utilisées pour l'extraction des huiles essentielles pour cette étude.

1.4. *Extraction de l'huile essentielle complète*

L'huile essentielle d'ylang-ylang est fractionnée en cinq fractions (ou qualités) possédant des propriétés physico-chimiques différentes: l'Extra Supérieure (ES), l'Extra (E), la Première (I),

la Deuxième (II) et la Troisième (III). Les fractions ES, E et I constituent les fractions « de tête » car elles sont les premières à être obtenues lors de la distillation. La fraction II forme la fraction « de corps » et la fraction III constitue la fraction « de queue ».

La technique utilisée pour obtenir ces fractions est purement empirique. Elle dépend du temps de distillation écoulé, du volume d'huile obtenu et de la densité. Les essences ES et E sont distillées dans les deux premières heures. De nouveau, 2 à 3 heures plus tard, on obtient la fraction I. La fraction II est obtenue entre 1 à 2 heures. Il faut alors ouvrir la cucurbite afin de rajouter de l'eau et laisser la distillation se poursuivre. L'essence alors recueillie est la fraction III dite fraction « de queue ». Généralement, une distillation d'ylang-ylang dure de 20 à 24 h. Les fleurs fraîches contiennent de 2 à 2.5 % d'huile essentielle. Il faut donc distiller 4 à 5 kg de fleurs fraîches pour obtenir 100 ml d'huile essentielle d'ylang-ylang (toutes fractions confondues). On considère de façon très approximative que les fleurs fraîches contiennent 18 à 24 % d'ES, 10 à 16 % d'E, 10 à 16 % de I, 7 à 10 % de II et 50 à 65 % de la fraction III ^[4, 5,10,17].

L'huile essentielle obtenue par distillation non fractionnée (toutes fractions confondues) est appelée *complète* pour cette raison. C'est de la fraction «*complète*» dont il s'agit dans cette étude.

2. Matériels et méthodes

La zone d'étude se situe dans une parcelle située au 83 Chaussée Prince Louis Rwagasore, commune Rohero, en mairie de Bujumbura où trois plants de cet arbre ont été plantés en juin 2010 (Fig. 2). Les échantillons d'ylang-ylang ont toutefois été récoltés en pleine floraison le 31 janvier et le 7 février 2012, alors que l'un des trois ylang-ylanguiers atteignait déjà 2.5 mètres. Une partie des fleurs ont été cueillies sur un autre arbre située dans la parcelle du restaurant-bar dit « Le Safran », toujours en commune Rohero, pour compléter la récolte.

L'extraction des huiles essentielles des fleurs d'ylang-ylang a été accomplie par hydrodistillation à l'aide d'un dispositif de type Clevenger^[18] (Fig. 3). Dans un ballon de 2000ml, nous avons introduit 100g de fleurs d'ylang-ylang et 1000 ml d'eau distillée. Avec le chauffe-ballon et le réfrigérant en marche, le débit d'eau a été réglé. La vapeur condensée ainsi obtenue conduit à une phase organique (huile essentielle) qu'on sépare de l'hydrolat par décantation. En principe, les essences commencent à être distillées dans les deux premières

heures, mais nous avons rajouté de l'eau et laissé la distillation se poursuivre pendant au moins 20 heures. Le distillat ainsi obtenu a été introduit dans une ampoule à décanter dans lequel 100 ml d'eau salée a été ajouté (la solubilité de l'essence dans l'eau salée étant très faible, on ajoute l'eau salée pour bien séparer l'essence et l'eau). L'huile essentielle ainsi trouvée est séchée sur le sulfate de sodium pendant 24 heures.

L'étude analytique de l'huile essentielle a concerné d'une part ses caractéristiques organoleptiques, à savoir l'aspect, la couleur et l'odeur qui ont tout simplement été notées. Et d'autre part, la détermination de la densité et la mesure des indices physico-chimiques ont été déterminés selon des protocoles standards^[19]. Il s'agit de l'indice d'acide et de l'indice d'ester. Ces deux propriétés sont indispensables, mais pas assez, pour la détermination de la qualité d'une huile essentielle. L'indice d'acide est le nombre de mg de KOH nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans 1g d'HE. Les acides libres sont neutralisés par une solution EtOH titrée de KOH. Le volume d'éthanol n'a pas d'importance, l'éthanol est tout simplement dosé avec une solution de KOH en présence de bleu de bromotymol jusqu'à ce que la solution devienne verte. Dans notre cas, nous avons utilisé une solution de KOH 0,002 mol.L⁻¹.

L'indice d'ester est le nombre de mg de KOH nécessaire à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans 1g d'HE. L'hydrolyse des esters présents dans l'HE se fait par chauffage, dans des conditions définies, en présence d'une solution EtOH préalablement titrée au KOH et suivi du dosage en retour de l'excès d'alcali par une solution titrée d'HCl.

La mesure des grandeurs physiques s'est limitée à la détermination de la densité relative corrigée à 20°C, ainsi que l'indice de réfraction. La densité d'une huile essentielle est le rapport de la masse d'un certain volume d'HE à la masse d'un volume égal d'eau à 20°C. L'indice de réfraction^[19] est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'HE maintenue à une température constante. L'indice de réfraction a été déterminé avec le réfractomètre du laboratoire de physico-chimie.

Pour cette étude qui se veut préliminaire, aucune analyse chromatographique n'a été effectuée.



Figure 2: Un des trois ylang-ylanguiers plantés au 83 Chaussée Prince Louis Rwagasore, commune Rohero, Mairie de Bujumbura. En deux ans, il a déjà atteint 3 mètres avec une floraison suffisante.

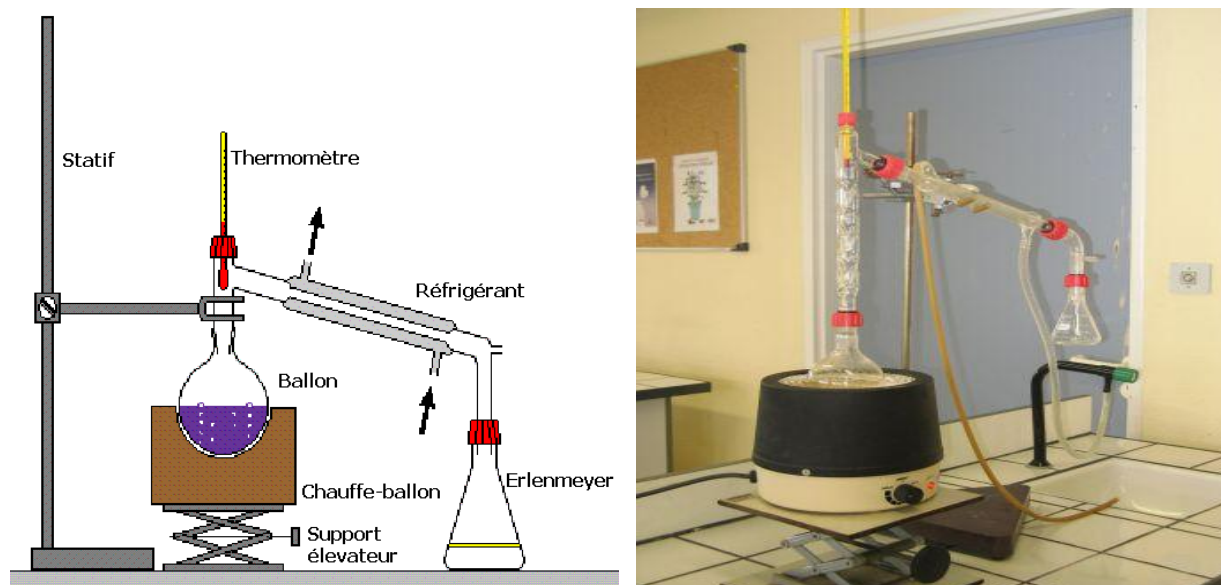


Figure 3 : A gauche : Schéma du montage de principe d'hydrodistillation utilisé pour l'extraction des huiles essentielles. A droite : Montage expérimental réel.

3. Résultats et discussion

L'huile essentielle d'ylang-ylang est fractionnée de telle façon que l'on obtienne cinq fractions possédant des propriétés organoleptiques (apparence, couleur, odeur), des propriétés physico-chimiques (densité relative à 20 °C, pouvoir rotatoire à 20 °C, indice de réfraction à 20 °C, indice d'acide et indice d'ester) qui leur sont propres. C'est grâce à eux qu'il est possible de définir si une huile est de qualité adéquate^[3,4,10,20,21].

Ainsi, une huile de bonne qualité générale sera liquide, de couleur jaune clair à jaune foncé et possédera une odeur fleurie rappelant le jasmin^[3]. Selon les propriétés physico-chimiques, plus la qualité de l'huile est élevée, plus sa densité et son indice d'ester seront aussi élevés. Par contre, l'indice de réfraction et le pouvoir rotatoire doivent être petits. Quant à l'indice d'acide, il doit toujours être inférieur à 2^[3].

Les propriétés organoleptiques de l'huile essentielle obtenue par hydrodistillation des fleurs d'ylang-ylang de la plaine de l'Imbo suggèrent une huile essentielle de très bonne qualité. C'est une HE d'un aspect liquide huileux opalescent, de couleur jaune avec une puissante odeur florale boisée et balsamique. Le tableau 1 montre les résultats des propriétés physico-chimiques, en comparaison avec les valeurs de référence.

Tableau 1 : Propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle complète des fleurs d'un ylang-ylang de la plaine de l'Imbo

Propriétés physico-chimiques	Cette étude	Valeur de référence	Référence
Rendement (%)	1.050	[2 - 2.25]	C. Benini et al, 2006
Densité (g/l)	0.940	0.906 - 0.990	AFNOR 2005
Indice de réfraction	1.502	1.495 - 1.513	AFNOR 2005
Indice d'ester	350.6	[80 - 180] à Mayotte	D . Dumortier, 2006
		[40 - 185] à Madagascar	D . Dumortier, 2006
		[45 - 200] aux Comores	D . Dumortier, 2006
Indice d'acide	0.420	< 2	AFNOR 2005

Il a été établi par plusieurs études d'extraction effectuées sur la même variété d'ylang-ylang que les fleurs fraîches contiennent de 2 à 2.5% d'huile essentielle^[22,23]. Notre étude n'a donné qu'un rendement de 1.0% seulement. Nous nous attendions à un tel faible rendement dans la mesure où nous n'avons pas travaillé dans des conditions expérimentales optimales. Par exemple, notre montage expérimental était muni d'un simple réfrigérant au lieu d'un véritable alambic. Le faible rendement pourrait aussi s'expliquer par la situation géographique du site d'échantillonnage. En effet, il semblerait qu'au dessus de 600 mètres d'altitude, les rendements sont économiquement amoindris^[10]. Notre échantillonnage a été réalisé à Bujumbura Mairie, dans la plaine de l'Imbo, dont les limites géographiques sont entre l'altitude de 774 m (le niveau moyen du lac Tanganyika) et l'hysoèthe de 1000 m.

Le faible rendement peut être encore expliqué par d'autres facteurs. En effet, le rendement d'extraction, tout comme la qualité d'une HE, sont influencés par la nature du sol sur lequel la plantation est effectuée, le matériau des appareils utilisés, la propreté du matériel, la pression de fonctionnement, la régularité de la chauffe, le refroidissement du distillat et la régularité de sa coulée, la méthode et la durée de distillation, etc.^[4,20].

La densité trouvée est de 0.940. La norme AFNOR (2005) préconise une densité comprise entre 0.906 pour les huiles de faible qualité et 0.990 pour les huiles de très haute qualité. Les normes AFNOR fixe à 0.925 une densité en-dessous de laquelle l'huile est considérée de qualité III. Avec une densité de 0.940, il y a lieu de suggérer que notre huile est au moins de

qualité II. En réalité, la densité de l'huile essentielle d'ylang-ylang complète est de 0.936 ce qui suppose que notre huile analysée répond aux normes d'une huile essentielle de très bonne qualité.

L'indice de réfraction (IR_{20}) de 1.502. C'est une valeur petite d'indice de réfraction qui est révélateur de la bonne qualité d'une HE. En effet, la norme AFNOR, 2005 prévoit pour l'huile essentielle l'indice de réfraction compris entre 1.495 et 1.513 (1.495 pour les huiles de haute qualité et 1.513 pour les huiles de moindre qualité). Pour l'HE d'ylang-ylang, l' IR_{20} le plus fréquemment observé est de 1.505 ± 0.003 .

L'indice d'acide (IA) doit être le plus petit possible. Notre HE a donné un IA de 0.421, lui aussi très faible. Ce résultat s'explique par le fait que nous avons pris soin de conserver notre HE dans un contenant en verre teinté car il a été établi que la lumière favorise l'altération de la structure de l'huile et la prolifération des acides. En réalité, une huile essentielle fraîche contient très peu d'acides libres^[24]. De même, un indice d'acide inférieur à 2 est un indicateur d'une bonne conservation de l'huile.

Et enfin, la dernière propriété physico-chimique déterminée, c'est l'indice d'ester. Plus l'indice d'ester est élevé, mieux est la qualité d'une HE. Notre HE révèle un indice d'ester (IE) de 350.6, très élevé et même en dehors des normes jusqu'ici connus, car aucune étude n'a jusqu'ici donné une IE au-delà de 200. L'indice d'ester de l'huile essentielle d'ylang ylang est compris dans l'intervalle [80-180] à Mayotte, dans l'intervalle [40-185] à Madagascar et dans l'intervalle [45-200] aux Comores^[25]. Ces trois îles sont reconnues pour être dans des conditions privilégiées pour produire des HE de très bonne qualité.

En effet, l'AFNOR reconnaît qu'il existe deux types d'huile de *Cananga odorata* forme *genuina*: l'huile des Comores et de Mayotte d'une part et l'huile de Madagascar, d'autre part. Il s'agit de deux niches de qualité différenciée qui ne sont pas comparables, mais aucune de ces niches n'affiche un indice d'ester aussi élevé que celui que nous avons trouvé dans cette étude. Il est possible que le génotype des arbres influence la qualité de leur huile, mais aucune étude scientifique, à l'heure actuelle, n'a été réalisée pour déterminer la véritable cause de cette qualité différenciée. C'est pourquoi, avant de conclure à l'existence dans la plaine de l'Imbo d'un génotype à huile essentielle de qualité « exceptionnelle », nous recommandons une autre étude plus poussée pour confirmer ou infirmer cette assertion.

4. Conclusion et perspectives

De part ses propriétés physico-chimiques, l'huile essentielle d'ylang-ylang de la plaine de l'Imbo, extraite par hydrodistillation, possède des propriétés organoleptiques déjà très appréciées en parfumerie et pourrait être très convoitée en aromathérapie. Cette étude préliminaire, qui s'est limitée à une caractérisation à partir des seules propriétés physico-chimiques, ouvre d'intéressantes perspectives de recherche sur cette plante qui pourrait devenir une autre filière de plante industrielle du devenir au Burundi. Pour cela, il faudra faire une étude beaucoup plus poussée qui devra inclure les caractéristiques des sols de culture éventuelle, l'extraction avec un équipement conçu pour offrir une HE essentielle de qualité avec un rendement amélioré, et bien évidemment la détermination de la composition chimique de l'HE par chromatographie en phase gazeuse et sur colonne, notamment pour identifier les différents esters et leur teneur.

De ce qui précède, il est évident que la culture d'ylang-ylang au Burundi, et même dans les pays de la sous-région, présente de perspectives encourageantes à l'horizon. Bien que de façon générale, les huiles essentielles naturelles sont continuellement concurrencées par l'utilisation de produits de synthèse sans cesse plus proches olfactivement, cela n'est toutefois pas le cas de l'huile essentielle d'ylang-ylang dont la composition olfactive semble d'une complexité difficile à approcher synthétiquement ^[10,26,27]. De plus, sa culture dans la plaine de l'Imbo, loin d'être concurrentielle aux autres plantes industrielles déjà existantes, pourrait plutôt rendre l'utile à l'agréable en procurant des revenus substantiels aux différents intervenants dans sa chaîne de production, partant des propriétaires d'ylang-ylanguiers, les cueilleurs, les distillateurs, les exportateurs, etc.

D'un autre côté, il serait souhaitable que des biologistes et agronomes se penchent sur des aspects d'amélioration de la plante elle-même. En effet, Bénini *et al.* déplorent le fait que, malgré la grande importance économique de l'huile essentielle d'ylang-ylang, il est étonnant de constater qu'il n'existe aucun programme d'amélioration de la plante. Ainsi, la biologie de la reproduction, préalable nécessaire à tout programme d'amélioration variétale, reste peu connue. Il est toujours difficile de savoir avec certitude quand a lieu la pollinisation, quel est l'agent pollinisateur, s'il y en a un dans la zone de production, quel est le type de fécondation, etc. En plus de ces lacunes, on constate que l'abscission des fleurs à chaque stade de leur

développement y est importante et que cette plante produit très peu de fruits. Ce qui représente également un obstacle en vue d'une amélioration variétale.

Parlant justement d'amélioration variétale, les chercheurs de la Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie devraient se pencher sur les capacités végétatives qui ne sont pas non plus connues. En effet, outre le recépage qui semble être largement pratiqué aux Comores, aucune étude n'a été menée sur les possibilités de bouturage, de marcottage, de multiplication in vitro, etc. Toutes ces informations sont pourtant indispensables en vue d'une amélioration variétale de la plante et, par conséquent, de son huile essentielle.

Une meilleure connaissance de la plante, de sa gestion et de son huile essentielle semble à présent nécessaire afin d'aider à la pérennisation de cette nouvelle filière dont les revenus pourraient constituer une autre valeur ajoutée. En effet, on évalue approximativement 400 arbres par hectare de plantation, qui pourraient être plantés en quinconce sur 4m x 6m ou bien alignés sur 5m x 5m. Or, il se trouve qu'un ylang-ylanguier produit environ 1 kg de fleurs par mois quand il est au sommet de sa production, c'est-à-dire lorsqu'il a entre 10 et 15 ans^[4,10,21]. Ce qui donne en moyenne 400 kg de fleurs par mois et par hectare de plantation, soit environ 6 kg d'huile essentielle calculée sur un rendement moyen de 1.5%. Au prix de 15 euro le kilo (c'est le coût minimum), cela représente un revenu mensuel moyen de 90 euros, ou 180 000 francs Burundais, par hectare de plantation d'ylang-ylang.

5. Références

- [1] AFNOR (Association Française de Normalisation), 2000a. Recueil de normes: les huiles essentielles. Échantillonnage et méthodes d'analyse. Tome 1. Paris: AFNOR.
- [2] AFNOR (Association Française de Normalisation), 2000b. Recueil de normes: les huiles essentielles. Monographies relatives aux huiles essentielles (H à Y). Tome 2. Paris: AFNOR.
- [3] AFNOR (Association Française de Normalisation), 2005. Norme française NF ISO 3063: huile essentielle d'ylang-ylang [*Cananga odorata* (Lamarck) J.D. Hooker et Thomson forma genuina]. Paris: AFNOR.
- [4] Guenther E., 1952. *The essential oils*. Vol. 5. New York, USA: Van Nostrand Company Inc.

- [5] PAFR (Projet d'Appui aux Filières de Rentes), 1998. *Perspectives d'avenir de l'ylang-ylang aux Comores selon les applications dans la parfumerie: Rapport final*. Moroni, RFIC: PAFR.
- [6] Florence J., 2004. *Flore de Polynésie française*. Vol. 2. Paris: IRD Editions.
- [7] Raymond J., 2009. Les Moluques: fabuleuses Îles aux épices d'Indonésie. Lascelle, France: Éditions de la Flandonnière.
- [8] Stashenko E.E., Torres W. & Morales R.M., 1995. A study of the compositional variation of the essential oil of ylang-ylang (*Cananga odorata* Hook Fil. et Thomson, forma genuina) during flower development. *J. High Resolut. Chromatogr.*, 18, 101-104.
- [9] Stashenko E.E., Prada N.Q. & Martinez J.R., 1996. HRGC/ FID/NPD and HRGC/MSD study of Colombian ylangylang (*Cananga odorata*) oils obtained by different extraction techniques. *J. High Resolut. Chromatogr.*, 19, 353-358.
- [10] Manner H.I. et Elevitch C.R., 2006. *Cananga odorata* (ylang-ylang). Species profiles for Pacific Island Agroforestry.
- [11] Lis-Balchin M., 2002, « *Geranium* and *pelargonium*: the genera *Geranium* and *Pelargonium* ». CRC Press, Taylor & Francis, London, pp: 116-131, 147-165, 184-217.
- [12] Cronquist A., 1988. The evolution and classification of flowering plants. Bronx, New York, USA: New York Botanical Garden.
- [13] Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A. and Stevens P., 2002. Botanique systématique: une perspective phylogénétique. Bruxelles: De Boeck Université.
- [14] Spichiger R.E., Savolainen V.V., Figeat M. and Jeanmonod D., 2004. Botanique systématique des plantes à fleurs : une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. Lausanne, Suisse : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- [15] Council of Europe, 2007. Natural source of flavourings. Vol. 2. Brussels: Council of Europe Publishing.
- [16] Ziegler H., 2007. Flavourings: production, composition, applications, regulations. Berlin, Germany: Wiley-VCH.
- [17] Gaydou E.M., Randriamiharisoa R. & Bianchini J.-P., 1986. Composition of the essential oil of ylang-ylang (*Cananga odorata* Hook Fil. et Thomson forma genuina) from Madagascar, *J. Agric. Food Chem.*, 34(3), 481-487.
- [18] Clevenger J.F., « Apparatus for volatile oil determination, Description of New Type ». American Perfumer & Essential Oil Review, 1928, 467-503.

- [19] AFNOR. « Recueil de normes: les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles ». AFNOR, Paris, 2000, 661-663.
- [20] Brulé Ch. and Pecout W., 1995. L'ylang-ylang: un parfum subtil. Grasse, France: Arco-Charbot; Paris: V.F. aromatique.
- [21] Ben Mohadji F., 2004. Manuel de vulgarisation : techniques culturelles. Cultures de rente et épices. Grande Comore: Maison des épices des Comores.
- [22] Benini C., Danflous J-P., Wathelet J-P., Du Jardin P. et Fauconnier M-L., 2010, *L'ylang-ylang [Cananga odorata (Lam.) Hook.f. & Thomson]: une plante à huile essentielle méconnue dans une filière en danger*, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, Volume 14.
- [23] Bruneton J. « *Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales* ». Editions Tec & Doc, Paris 1999, éditions médicales internationales, pp: 483-560.
- [24] Fauconnier M-L., 2006. *Huile essentielle d'Ylang-ylang: sa fiche qualité et son suivi de distillation*- Exposé pour le GIE Maison des Epices des Comores
- [25] Dumortier D., 2006. *Contribution à l'amélioration de la qualité de l'huile essentielle d'ylang-ylang (Cananga odorata (Lamarck) J.D. Hooker et Thomson, variété genuina) des Comores* - Mémoire de fin d'étude - Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique).
- [26] UCCIA (Union des Chambre de Commerce d'Industrie et d'Agriculture), 2005. Guide d'informations économiques. Paris: Bernadette Concept Étoile.
- [27] UNEP (United Nations Environment Programme), 2002. Atlas des ressources côtières de l'Afrique orientale: République Fédérale Islamique des Comores. Nairobi: Programme des Nations Unies pour l'Environnement.
- [28] <http://bch-cbd.naturalsciences.be/burundi/information/presentation.htm> (visité le 21/12/2012).
- [29] Chalot C., 1928. La culture des plantes à parfum dans les colonies françaises : ylang-ylang, géranium rosat, lemon-grass, citronnelle, vetiver, patchouli, bergamotte. Paris : Bibliothèque de l'Institut National d'Agronomie Coloniale.
- [30] Guenther E., 1952. The essential oils. Vol. 5. New York, USA: Van Nostrand Company Inc.

(*) Auteur principal à qui toute correspondance devrait être adressée