

L'Ylang-Ylang (*Cananga odorata* (Lam.) Hook & Thoms.) : une plante à huile essentielle méconnue dans une filière en danger

Titre abrégé : l'Ylang-Ylang : une plante méconnue

Céline Benini^{1*}, Jean-Paul Danflous², Jean-Paul Wathelet³, Patrick du Jardin¹, Marie-Laure Fauconnier¹

¹Unité de Biologie végétale

Passage des Déportés 2

5030 Gembloux

Tél. 081/622450

Fax 081/600727

E-Mail : benini.c@fsagx.ac.be, dujardin.p@fsagx.ac.be, fauconnier.ml@fsagx.ac.be

²Délégation du Cirad à Mayotte

BP 1304

97 600 Mamoudzou

Mayotte

E-Mail : jean-paul.danflous@cirad.fr

³Unité de Chimie générale et organique

Passage des Déportés 2

5030 Gembloux

E-Mail : wathelet.jp@fsagx.ac.be

Remerciements: Les extraits de normes figurant dans cet ouvrage sont reproduits avec l'accord d'AFNOR. Seul le texte original et complet de la norme telle que diffusée par AFNOR – accessible via le site internet www.afnor.org – a valeur normative.

Titre:

L'Ylang-Ylang (*Cananga odorata* (Lam.) Hook & Thoms.) : une plante à huile essentielle méconnue dans une filière en danger.

Résumé:

Cananga odorata (Lam.) Hook & Thoms. est un arbre tropical de la famille des *Annonaceae*. Seule la forme *genuina* peut porter le nom d'Ylang-Ylang proprement dit. Cet arbre est originaire d'Indonésie. Actuellement, il est principalement cultivé dans les îles de l'Océan Indien afin d'en extraire l'huile essentielle d'ylang-ylang, destinée à l'industrie cosmétique. L'arbre, naturellement de grande taille, est ramené à hauteur d'homme afin de faciliter la cueillette des fleurs. Ses feuilles sont longues et foncées, ses fleurs sont vert clair à jaune sombre, très odoriférantes, ses fruits sont des baies vert-noir. L'Ylang-Ylang se développe sur de nombreux types de sols, sous des températures élevées et des précipitations moyennes de 1500 mm par an. En conditions culturales, l'écimage, la taille, l'égourmandage et le désherbage des parcelles doivent être réalisés afin d'assurer un bon rendement en fleur. La cueillette des fleurs a lieu toute l'année mais les rendements, en fleurs et en huile essentielle, sont plus élevés durant la saison sèche. Ces fleurs, fraîches et mures, subissent alors une distillation fractionnée afin d'obtenir l'huile essentielle d'ylang-ylang. Les revenus qu'elle génère sont indispensables à l'économie de l'Union des Comores, Madagascar et Mayotte, ses trois principaux producteurs. Toutefois, malgré sa grande importance économique, il s'agit d'une plante peu connue. Ce manque d'informations représente des obstacles à la résolution des problèmes de la filière qui la mettent en danger : l'hétérogénéité de la qualité de son huile essentielle, la mauvaise conjoncture économique, le frelatage, le risque de disparition de la filière à Mayotte et la grande consommation de ressources naturelles. De plus cette plante ne fait l'objet d'aucun programme d'amélioration alors qu'elle génère un produit de très haute valeur ajoutée. Ceci est probablement dû au fait que sa biologie de la reproduction est peu connue. Une étude approfondie de la plante et de son huile essentielle permettrait d'obtenir les informations qui font défaut afin d'aider la filière à solutionner ses problèmes, à se maintenir voire à se développer

Mots-clés: Ylang-Ylang, *Cananga odorata* (Lam.) Hook. & Thoms., îles de l'Océan Indien, huile essentielle, filière, qualité.

Title:

Ylang-Ylang (*Cananga odorata* (Lam.) Hook & Thoms.): a barely known essential oil plant in a network at risk.

Summary:

Cananga odorata is a tropical tree from the *Annonaceae* family. Only the forma *genuina* can be called Ylang-Ylang. This tree comes from Indonesia. Nowadays, it is mainly cultivated in the Indian Ocean Islands in order to extract the ylang-ylang essential oil for the cosmetic industry. This tree is normally tall but it is maintained at human height to make flower harvest easier. Its leaves are long and dark, its flowers are light green to dark yellow, very odoriferous, its fruits are green-black berries. Ylang-Ylang develops on many types of soils, under high temperatures and average precipitations of 1500 mm per year. The pollarding, the maintenance, the elimination of water sprouts and the weeding must be performed to insure a high flower yield. Flower harvest takes place all year long but flowers and essential oils yields are higher during the dry season. Mature and fresh flowers are then distilled and fractionated to obtain ylang-ylang essential oil. Generated incomes are important for the economy of the three main producers: Union of Comoros, Madagascar and Mayotte. However, this plant is still poorly known despite its great economic value. This lack of information is a bottleneck for solving the Ylang-Ylang industry problems which endanger it: the heterogeneity of essential oil quality, the bad current economic conjuncture, the adulteration, the industry decline in Mayotte, the great use of natural resources. Moreover, there is no improvement program of this plant despite the high added value of its essential oil. This is probably due to the fact that its reproduction biology is far from being known. A thorough study of the plant and its essential oil could generate information necessary to solve the aforementioned problems, maintain and develop the Ylang-Ylang industry.

Key-words: Ylang-Ylang, *Cananga odorata* (Lam.) Hook. & Thoms., Indian Ocean Islands, essential oil, industry, quality

1. Introduction

Cananga odorata (Lam.) Hook. & Thoms., 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 XVIème siècle en raison de sa production importante d'épices (Guenther, 1952 ; PAFR, 1998 ; Florence, 2004 ; Raymond, 2009). Aujourd'hui, *C. odorata* est cultivé sur trois sites principaux dans l'Océan Indien : l'Union des Comores, Madagascar et Mayotte. L'Union des Comores et Mayotte sont localisées dans la partie septentrionale du canal de Mozambique, entre Madagascar et la côte orientale de l'Afrique. L'Union des Comores est constituée de trois îles : Grande Comore, Anjouan et Mohéli. A l'origine intégrée à la République fédérale islamique des Comores lorsque cette dernière était une colonie française, Mayotte a refusé son indépendance vis-à-vis de la France lors d'un référendum en 1975. Les trois autres îles, ayant obtenu leur indépendance, forment aujourd'hui l'Union des Comores. D'abord collectivité territoriale, ensuite départementale, Mayotte devient officiellement le 101^{ème} département français en 2009 (Louette et al., 2004 ; Chalet, 2009).

Cananga odorata est cultivé 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 pays producteurs, représente une source indispensable de revenus pour les îles de l'Océan Indien (High Value Horticulture, 1998). 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 (Guenther, 1952 ; Stachenko et al., 1995, 1996 ; High Value Horticulture, 1998 ; PAFR, 1998 ; AFNOR, 2000 ; Manner et al., 2006). 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.

Dans un premier temps, nous aborderons l'histoire de l'introduction de l'Ylang-Ylang dans les îles de l'Océan Indien. Ensuite, nous étudierons la plante dans ses aspects botanique et phytotechnique. Nous nous attarderons sur son huile essentielle. Nous présenterons le marché international. Nous mettrons en évidence les problèmes de la filière. Les différentes informations présentées seront finalement discutées.

2. Historique

Originaire des Moluques, *Cananga odorata* est considéré comme indigène de la Birmanie aux Philippines ainsi qu'au nord de l'Australie (Guenther, 1952 ; PAFR, 1998 ; Florence, 2004). Avant 1990, il était largement cultivé à Manille. Manille possédait pratiquement le monopole mondial de la production d'huile essentielle d'ylang-ylang où cette dernière était de très haute qualité. Depuis lors, le centre industriel a progressivement migré vers l'Océan Indien. La première introduction de l'Ylang-Ylang dans cette zone géographique remonte à 1770, lors d'une expédition française dans les îles du Pacifique où le capitaine d'Etchevery emporta avec lui des épices et des plantes qu'il introduisit sur l'île de la Réunion. Mais ce n'est qu'à partir de 1909 que la culture de l'Ylang-Ylang prit de l'importance. C'est à ce moment que la plante fut introduite à Madagascar et bénéficia d'une production plus intensive car l'altitude, le climat et les conditions édaphiques y étaient très favorables à sa croissance. Quelques années plus tard, c'est aux Comores, et plus particulièrement à Anjouan et à Mayotte, que l'Ylang-Ylang fut cultivé et où d'importantes quantités d'huiles furent produites. Suite à la première guerre mondiale, la plupart des plantations de Manille furent éliminées pour laisser la place à de nouvelles résidences. Les distilleries de cette ville, autrefois reconnues pour leur efficacité, disparurent. C'est pourquoi, à l'heure actuelle, Manille ne représente même plus 1 % de la production mondiale (Guenther, 1952 ; Ainoudine, 1983 ; Manner et al., 2006). De nos jours, on retrouve des 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 (PAFR, 1998 ; Florence, 2004 ; Manner et al., 2006).

3. La plante

3.1. Systématique et morphologie

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* (Cronquist, 1981 ; PAFR, 1998 ; Judd et al., 2002 ; Spichiger et al., 2002). Il existe deux formes de *Cananga odorata* (*genuina* et *macrophylla*) et une variété (*fruticosa*) (Guenther, 1952 ; AFNOR,

2005 ; Manner et al., 2006 ; Council of Europe, 2007 ; Ziegler, 2007). 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 (Guenther, 1952 ; Florence, 2004 ; AFNOR, 2005 ; Manner et al., 2006 ; Council of Europe, 2007 ; Ziegler, 2007) .

A partir d'ici, il ne sera plus question que de *Cananga odorata* forma *genuina*, soit l'Ylang-Ylang proprement dit, cultivé en vue de la production d'huile essentielle. D'un point de vue morphologique, lorsqu'il n'est pas taillé, l'arbre (**Figure 1**) mesure de 10 à 40 m, bien qu'il dépasse rarement les 30 m. Les branches sont perpendiculaires au tronc voire légèrement érigées, les rameaux et feuilles tombants. L'arbre est constitué d'un tronc unique dont l'écorce est lisse et partiellement grise. Les feuilles vert foncé mesurent plus de 20 cm de longueur, sont alternes, simples, entières, astipulées, elliptiques à oblongues. Sur les branches, les feuilles s'organisent dans un même plan. Les fleurs sont organisées en une cyme unipare hélicoïde axillaire de deux à vingt fleurs (**Figure 2a**). Celles-ci sont composées de trois sépales et de six pétales disposés sur deux verticilles (**Figure 2b**). D'un vert clair à jaune clair lorsqu'elles sont au stade bouton, les fleurs deviennent jaune foncé à jaune brun au stade mature. Elles sont très odoriférantes. Les fleurs sont actinomorphes et hermaphrodites, composées de nombreuses étamines aux anthères à déhiscence latérale ou introrse et d'un ovaire supère constitué de nombreux carpelles libres oblongs contenant de nombreux ovules bisériés. Dans l'hémisphère sud, l'Ylang-Ylang fleurit toute l'année mais principalement de mars à octobre. Les fleurs évoluent ensuite en une infructescence composée de plusieurs fruits charnus de type baie (**Figure 3**) de couleur vert-noir d'environ 4 cm de longueur, oblongs ou pyriformes, non comestibles. Ils sont groupés par six à douze. Ils contiennent de une à douze graines ovoïdes aplaties de couleur brun clair. Ces graines germent assez facilement après une période de dormance n'excédant pas les soixante jours (Chalot, 1928 ; Guenther, 1952 ; Derooin, 1988 ; Brulé et al., 1998 ; Florence, 2004 ; Manner et al., 2006).

3.2. Conditions pédoclimatiques de sa zone de production

L'Ylang-Ylang est très rustique. Il s'agit d'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 Sambirano à Madagascar que dans les sols volcaniques de Nosy-Bé ou 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 (Brulé et al., 1998 ; Manner et al., 2006).

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 1200 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) (Chalot, 1928 ; Guenther, 1952 ; Manner et al., 2006).

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 (Chalot, 1928 ; Guenther, 1952 ; Manner et al., 2006).

3.3. La culture dans sa zone de production

Dans la zone culturale de l'Océan Indien, les parcelles d'Ylang-Ylang sont, généralement, de petite taille : environ un hectare. On compte approximativement 400 arbres par hectare de plantation, plantés en quinconce 4 m x 6 m ou bien alignés 5 m x 5 m. Les producteurs reproduisent l'Ylang-Ylang principalement par semis. Il se prête difficilement au bouturage car il montre une capacité végétative faible (Association des Naturaliste de Mayotte, 2006). Les graines présentent une dormance de 25 à 60 jours en fonction de la période de l'année. Mais ce sont les graines âgées de 6 à 12 mois qui ont les taux de germination les plus importants. Le semis s'effectue en pépinière sur un sol bien arrosé, pas

trop ensoleillé. L'acclimatation au soleil doit être progressive. Les arbres sont transférés en champs lorsqu'ils atteignent une taille de 20 à 30 cm. Le paillage devrait être pratiqué jusqu'à ce que l'arbre soit suffisamment grand pour produire de l'ombre afin d'éviter une évaporation excessive de l'eau du sol et lutter contre les adventices. Cette pratique est cependant peu respectée. Le jeune pied d'Ylang-Ylang produit ses premières fleurs vers 18 mois. Sa croissance est rapide, plus de deux mètres par an dans les premières années (Guenther, 1952 ; Ben Mohadji, 2004 ; Association des Naturalistes de Mayotte, 2006 ; Manner et al., 2006).

L'entretien régulier de l'arbre est nécessaire afin d'obtenir un bon rendement en fleurs. La première pratique culturale à réaliser est l'écimage. Le premier écimage est effectué lorsque l'arbre atteint l'âge de trois ans. Il consiste à éliminer la cime afin de redistribuer la sève aux branches et aux bourgeons latéraux. L'arbre croit alors en largeur et non plus en longueur. L'arbre est ainsi maintenu à une hauteur de deux mètres afin de faciliter la cueillette des fleurs (Guenther, 1952 ; Ben Mohadji, 2004 ; Association des Naturalistes de Mayotte, 2006 ; Manner et al., 2006). A Madagascar, les branches sont lestées afin de donner à l'arbre un port tombant facilitant d'avantage la cueillette des fleurs (Brulé et al., 1998).

La taille est également importante pour assurer de bons rendements. Elle permet de sélectionner les branches tombantes et d'éliminer les autres ainsi que les gourmands. Elle doit être réalisée trois fois par an. La taille éclaircit le feuillage, donnant ainsi aux cueilleurs un accès facilité aux rameaux florifères (Guenther, 1952 ; Ben Mohadji, 2004 ; Association des Naturalistes de Mayotte, 2006 ; Manner et al., 2006).

Lors du remplacement des pieds âgés, le recépage est dorénavant préféré en Union des Comores à l'arrachement systématique des arbres et remplacement par un jeune plant. Cette pratique consiste à rabattre le tronc à une hauteur d'environ un mètre. Celui-ci émettra alors des rejets qu'il faudra par la suite tailler comme un arbre normal (Guenther, 1952 ; Chaisse et al., 1999, Ben Mohadji, 2004 ; Manner et al., 2006). Cependant, l'arrachage et le remplacement par de jeunes plants provenant de pépinières ou de la forêt reste préféré au recépage à Madagascar et à Mayotte (Association des Naturalistes de Mayotte, 2006).

Selon le terrain, le désherbage des interlignes est parfois nécessaire. Il doit alors être réalisé deux fois par an. Outre le fait d'éviter une compétition entre les arbres et les adventices, il est surtout pratiqué pour faciliter le déplacement des cueilleurs dans la plantation (Guenther, 1952 ; Ben Mohadji, 2004 ; Association des Naturalistes de Mayotte, 2006 ; Manner et al., 2006).

Concernant la lutte contre les ravageurs et les maladies, aucune mesure particulière n'est prise. En effet, bien que des ennemis lui soient connus, l'Ylang-Ylang est une espèce rustique qui est peu sujette aux problèmes phytosanitaires (Guenther, 1952 ; Manner et al., 2006).

L'Ylang-Ylang n'est pas soumis à la saisonnalité. Pour cette raison, la cueillette des fleurs peut être réalisée toute l'année. Il existe cependant des pics de récolte pendant la saison sèche durant les mois de juin à octobre, période pendant laquelle les fleurs ne sont pas gorgées d'eau et donnent de meilleurs rendements en huile essentielle. La cueillette est réalisée manuellement par les femmes et les fleurs sont déposées dans des paniers en palmes de coco tressées afin d'éviter la fermentation. La cueillette a lieu très tôt le matin car les composés aromatiques sont synthétisés durant la nuit et se volatilisent durant la journée. C'est la raison pour laquelle, il est préférable d'implanter la culture sur des coteaux orientés vers l'ouest (couchant). La fréquence de la cueillette est fonction de la saison et de la superficie de la parcelle. Ainsi la cueillette peut avoir lieu de tous les jours à tous les dix jours en saison sèche et tous les cinq à trente jours en saison humide. La production étant plus faible durant la saison des pluies en raison du coulage (fleurs chargées d'humidité et teneur en huile essentielle réduite). Il faut environ 20 jours pour que les fleurs atteignent la maturité. Elles sont alors jaunes avec un cœur rouge, provoqué par la présence d'indole. C'est à ce moment là qu'il faut récolter car la teneur en huile essentielle est maximale. Les arbres produisent environ 6 kg de fleurs par an quand les arbres sont au sommet de leur production, c'est-à-dire lorsqu'ils ont entre 10 et 15 ans (Guenther, 1952 ; Ben Mohadji, 2004 ; Manner et al., 2006).

4. L'huile essentielle : définitions, extraction, composition chimique, qualité, variabilité

4.1. Définitions

Les huiles essentielles sont des mélanges de composés lipophiles, volatils et souvent liquides qui sont stockés dans des tissus végétaux spécialisés et extraits des plantes grâce à des procédés physiques (hydrodistillation, entraînement à la vapeur ou expression à froid pour les huiles essentielles d'agrumes). Les produits obtenus par extraction avec d'autres procédés que ceux cités ci-dessus ne sont pas repris dans la définition d'huile essentielle donnée par les normes de l'Association Française de Normalisation (AFNOR). Ceux-ci portent alors les noms de: concrète, pommade florale, résinoïde ou absolue en fonction du procédé utilisé (Bruneton, 1993 ; AFNOR, 2000 ; Antin et al., 2005) .

Les huiles essentielles sont responsables de l'odeur caractéristique des plantes. Les constituants principaux d'une huile essentielle sont les terpènes (monoterpènes $C_{10}H_{16}$, diterpènes $C_{20}H_{32}$ et sesquiterpènes $C_{15}H_{24}$). Ce sont des hydrocarbures qui contiennent une ou plusieurs double liaisons. Ainsi, on peut également retrouver dans l'huile : des hydrocarbures monoterpéniques et sesquiterpéniques mais également des alcools, des aldéhydes, des cétones, des époxydes ainsi que des esters et autres dérivés phénylpropaniques. Dans les plantes, les huiles essentielles ont pour fonction d'attirer les insectes pollinisateurs ou repousser les insectes hostiles. Un certain nombre d'entre elles ont également des propriétés antiseptiques, insecticides, fongicides et bactéricides (Winckens, 2001 ; Hopkins, 2003 ; Anton et al., 2005).

4.2. Extraction

L'huile essentielle d'ylang-ylang est obtenue par hydrodistillation ou entraînement à la vapeur des fleurs matures de l'arbre (AFNOR, 2000).

L'alambic (**Figure 4**) est le matériel nécessaire à la distillation. Il est constitué d'une chaudière en cuivre, d'une cucurbite dans laquelle on place les fleurs et l'eau nécessaire à la distillation. La cucurbite se prolonge en un chapiteau se terminant par un col de cygne. Les vapeurs s'en échappent et continuent leur trajet dans un serpentín qui plonge dans l'eau du réfrigérant. L'extrémité du serpentín débouche à l'extérieur, dans le bas du réfrigérant. C'est là que l'on recueille les liquides de condensation (Guenther, 1952 ; Winckens, 2001 ; Rolet, 2003).

On peut cependant distinguer deux types de distillation : l'hydrodistillation et l'entraînement à la vapeur (**Figure 4**). Dans le premier cas, la matière végétale est directement placée dans l'eau bouillante de la cucurbit. Dans le second cas, le matériel végétal est placé sur une grille perforée dans le fond de la cucurbit. Les composés volatils sont alors emportés par les aérosols de la vapeur d'eau qui se dégage suite à l'ébullition de l'eau présente dans le fond de la cucurbit. L'entraînement à la vapeur est la méthode qui permet d'obtenir l'huile de meilleure qualité. Le fait que les fleurs ne sont pas en contact direct avec la cucurbit permet d'éviter que ces dernières ne collent et ne brûlent dans le fond de l'alambic. Actuellement, les distillateurs pratiquent le plus souvent l'entraînement à la vapeur d'eau (Guenther, 1952 ; PAFR, 1998 ; Winckens, 2001 ; Manner et al., 2006).

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 III constitue la fraction « de queue ». La technique utilisée pour obtenir ces fractions est 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 nouveaux deux à trois heures plus tard, on obtient la I. La II est obtenue en une à deux heures. Il faut alors ouvrir la cucurbit afin de rajouter de l'eau et laisser la distillation se poursuivre. L'essence alors recueillie est la III dite fraction « de queue ». Généralement, une distillation d'ylang-ylang dure de 20 à 24 heures. 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 III (Guenther, 1952 ; Gaydou et al., 1988 ; PAFR, 1998 ; Manner et al., 2006).

4.3. Composition chimique

Les constituants principaux de l'huile essentielle d'ylang-ylang, tels que présentés par l'AFNOR dans la norme relative à l'huile essentielle d'ylang-ylang (**Tableau 1**), révèlent une grande richesse

olfactive organisée en différentes classes de constituants chimiques. Les hydrocarbures sesquiterpéniques (caryophyllène, cadinène, farnésène, ...) sont les constituants les plus largement présents (jusqu'à 40%). Ils créent la base des notes chaudes sur laquelle viennent « s'accrocher » les autres molécules. Parmi les alcools (linalol, géraniol, farnésol, ...), le principal est le linalol (alcool monoterpénique). Il est responsable des notes fraîches et fleuries. Les esters (acétate de benzyle, acétate de géranyle, salicylate de méthyle, ...) sont l'un des groupes majeurs contribuant à l'odeur d'ylang-ylang, dont l'acétate de benzyle est le plus significatif. L'acétate de benzyle et de géranyle procurent le corps fruité-fleuri de l'ylang. Parmi les éthers, l'éther de méthyl para-crésyl est le constituant majeur de cette classe. Il est caractéristique de l'odeur médicamenteuse diffuse et pénétrante de l'ylang. Les phénols (p-crésol, eugénol, iso-eugénol, ...) sont en général présents en faible quantité, voire à l'état de trace, mais interviennent depuis les notes de tête à celles de queue. Ils sont responsables des notes épicées, balsamiques chaudes si caractéristiques de l'odeur d'ylang. Les aldéhydes (benzaldéhyde, furfural, ...) ont des notes olfactives spécifiques, à caractère essentiellement fruité et contribuent à donner à cette huile essentielle toute son intensité (Guenther, 1952 ; Brulé et al., 1995 ; Stashenko et al. 1995 ; Stashenko et al., 1996 ; PAFR, 1998).

4.4. Qualité de l'huile essentielle d'ylang-ylang

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) et des profils chromatographiques (15 composés représentatifs et caractéristiques) qui leur sont propres. C'est grâce à eux qu'il est possible de définir si une huile est de qualité adéquate (Guenther, 1952 ; Brulé & Pecout, 1998 ; Ben Mohadji, 2004 ; AFNOR, 2005 ; Manner & Elevitch, 2006).

Ainsi, une huile de bonne qualité générale sera liquide, de couleur jaune clair à jaune foncé et possédera une odeur fleurie rappelant le jasmin (AFNOR, 2005). Selon les propriétés physico-chimique, plus la qualité de l'huile est élevée plus sa densité et son indice d'ester sont élevés, plus son

indice de réfraction et son pouvoir rotatoire sont faibles. L'indice d'acide doit toujours être inférieur à 2 (AFNOR, 2005).

Par ailleurs, les normes AFNOR reconnaissent l'existence de deux types d'huile d'ylang-ylang en fonction de leur origine : l'huile essentielle d'ylang-ylang des Comores et de Mayotte d'une part, l'huile essentielle d'ylang-ylang de Madagascar d'autre part (AFNOR, 2005). La première constatation relative à ces deux origines est que seules les Comores et Mayotte sont en mesure de produire la fraction ES. En ce qui concerne les propriétés physico-chimiques, les différences sont surtout notables au niveau de la densité relative et l'indice d'ester et s'amenuisent de la fraction ES à la III (AFNOR, 2005). Lorsqu'on observe la composition de ces deux types d'huiles (**Tableau 1**), d'autres différences apparaissent. L'huile malgache, toutes fractions confondues, est plus riche en éther de P-méthyl crésyle, en linalol, en benzoate de méthyle, en géraniol, en acétate de géranyle, en β caryophyllène, en (E, E) farnésol et en benzoate de benzyle (AFNOR, 2005).

5. Le marché international

5.1. Le prix d'une huile essentielle d'ylang-ylang

Le distillateur comorien et mahorais vend son huile aux exportateurs à un prix calculé selon le principe suivant. Ce prix de vente au kilo dépend tout d'abord de la fraction de l'huile considérée. En effet, si l'huile a une densité inférieure à 0,925 (limite fixée par les normes AFNOR en-dessous de laquelle l'huile est considérée de qualité III), le prix de cette huile est d'environ 16,24 euro le kilo (à Mayotte). Si l'huile a une densité supérieure ou égale à 0,925, son prix dépendra du nombre de « degré » de densité supérieur à 0,900. En août 2009, le prix au « degré » était de 1,5 euro (à Mayotte). Ainsi, si l'huile vendue a une densité de 0,965 et que le prix au « degré » est de 1,5 euro, le prix au kilo est calculé de la façon suivante : $(965-900) * 1,5 = 97,5$ euro/ kg (PAFR, 1998 ; Manner et al., 2006).

5.2. Les pays producteurs

La principale caractéristique du marché international de l'huile essentielle d'ylang-ylang est qu'il s'agit d'un marché fermé. En effet, la production mondiale de cette huile essentielle est très faible (elle ne dépasse pas les 70 tonnes par an) et est concentrée dans une zone géographique limitée : Mayotte,

Madagascar et l'Union des Comores, du plus petit producteur vers le plus important. C'est la production comorienne (de 50 à 65 tonnes) qui domine largement le marché mondial. Elle représente le triple de la production mahoraise (de 5 à 10 tonnes) et le double de la production malgache (de 20 à 25 tonnes). A l'intérieur de l'Union des Comores, la production est principalement centrée sur l'île d'Anjouan avec seulement 5 tonnes en provenance de Grande Comores et 2 tonnes de Mohéli. A Madagascar, c'est l'île de Nosy-Bé qui assure la plus grande part de la production malgache avec un apport additionnel de 3 à 5 tonnes venant d'Ambanja, sur la « Grande Ile » face à Nosy-Bé (UNEP, 2002 ; UCCIA, 2005 ; Manner et al., 2006).

Ces trois producteurs possèdent chacun une place sur le marché international de l'huile essentielle d'ylang-ylang qui lui est propre. Ils ne se concurrencent pas dans la vente de l'huile. En effet, comme vu précédemment, l'AFNOR reconnaît l'existence de deux types d'huiles (huile des Comores et de Mayotte, l'huile de Madagascar) (AFNOR, 2005). Ceux-ci sont destinés à des marchés bien distincts. Toutefois, l'huile comorienne et l'huile mahoraise sont très semblables en termes de qualité bien que celle de Mayotte bénéficie d'une meilleure réputation. Cependant, le coût de la main d'œuvre et le coût de production étant moins élevés aux Comores, le prix final de l'huile est également plus faible. Ces deux origines ne sont pas de réelles concurrentes (Demarne, 1996 ; Association des Naturalistes de Mayotte, 2006).

5.3. La concurrence

Dans la filière des huiles essentielles, les risques liés à la concurrence sont souvent de deux types : la concurrence par des produits de synthèse et l'émergence de nouvelles origines capables de produire des huiles à moindres coûts (PAFR, 1998 ; UNEP, 2002 ; UCCIA, 2005 ; Manner et al., 2006).

De façon générale, les huiles essentielles naturelles sont continuellement menacées par l'utilisation de produits de synthèse sans cesse plus proches olfactivement. Cependant, cela n'est pas le cas de l'huile essentielle d'ylang-ylang dont la composition olfactive semble d'une complexité difficile à approcher (UNEP, 2002 ; UCCIA, 2005 ; Manner et al., 2006).

La culture de l'Ylang-Ylang comme culture de rente ne semble pas encore intéresser de nouveaux pays producteurs bien que quelques-uns (Colombie, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Ouganda) s'y risquent

sans vraiment aboutir (PAFR, 1998 ; Florence, 2004 ; Manner et al., 2006). Cependant, la qualité III de l'huile essentielle d'ylang-ylang est concurrencée par l'huile essentielle de *Cananga* obtenue par distillation non fractionnée -appelée complète pour cette raison- de *Cananga odorata* (Lam.) Hook. et Thoms. forma *macrophylla*. Elle est produite en Indonésie, à des coûts relativement faibles par rapport aux coûts de production des îles de l'Océan Indien. Elle concurrence la qualité III dans la savonnerie et les cosmétiques de masse. Son prix est plus avantageux et elle est produite en grande quantité. L'Indonésie ne peut cependant pas satisfaire les besoins de la parfumerie haut de gamme dont la demande en huiles de qualité E et ES reste insatisfaite, encore à l'heure actuelle. Seules l'Union des Comores et Madagascar semblent encore en mesure de pouvoir palier leurs besoins puisque la production mahoraise ne cesse de diminuer d'année en année en raison de coûts de production élevés et de perte de savoir-faire. Les acheteurs européens sont par ailleurs disposés à augmenter le prix d'achat de l'huile en échange de la garantie de qualité supérieure de l'huile achetée (High value horticulture, 1998 ; UNEP, 2002 ; UCCIA, 2005 ; Manner et al., 2006).

6. Les problèmes de la filière

Les problèmes de la filière de l'huile essentielle d'ylang-ylang sont nombreux : la mauvaise conjoncture économique, le frelatage, l'hétérogénéité de la qualité de l'huile essentielle, le risque de disparition de la filière à Mayotte et la trop grande consommation de ressources naturelles.

Contrairement aux autres huiles essentielles, l'huile d'ylang-ylang bénéficiait d'un marché stable depuis 1998. La demande variait peu et le marché était très peu sujet à la spéculation. Cependant, en raison de la conjoncture économique actuelle et de la crise que traversent les entreprises et la société de consommation, la demande en huile essentielle d'ylang-ylang a considérablement chuté. Des stocks se sont constitués et les prix se sont effondrés. Sans la disponibilité en trésorerie que fournit la vente des huiles, les distilleries aux Comores et à Mayotte tournent au ralenti et dans certains cas extrêmes, ont arrêté de fonctionner (Perrot, 2009a ; Perrot, 2009b).

Malgré son statut de plus gros producteur mondial (qu'elle doit au fait d'assurer la plus grande partie de l'approvisionnement du marché international en huiles comoriennes), l'île d'Anjouan souffre, de

plus en plus, de la méfiance des acheteurs. La raison en est que les huiles anjouanaises sont connues pour être souvent frelatées (UNEP, 2002 ; UCCIA, 2005 ; Manner et al., 2006). Le but de frelatage est d'augmenter la densité et le poids de l'huile puisque le prix de cette dernière est calculé en fonction de ces deux paramètres comme vu précédemment. Il y a peu, le frelatage consistait en une adultération par ajout d'huile végétale (ricin, coco, ...) et d'huile de frein. Cependant, la fraude était facilement mise en évidence : frelatage visible à l'œil nu par la présence de deux phases, modification du pH par rapport à une huile non frelatée. Actuellement, la technique utilisée nécessite des analyses physico-chimiques afin d'être mise en évidence. Ce frelatage consiste souvent en une augmentation de la densité d'une huile de qualité III afin de la mélanger à une huile de qualité I rendant cette dernière plus dense. Le prix d'une huile étant calculé sur base de la densité, le mélange se vend plus cher. Ces pratiques entachent la réputation de l'Union des Comores en tant que producteur d'une huile de qualité et les acheteurs se retirent peu à peu. Actuellement, on constate que le frelatage des huiles s'étend également à Madagascar (Demarne, 1996 ; PAFR 1998 ; Association des Naturalistes de Mayotte, 2006 ; Perrot, 2009b).

L'hétérogénéité générale de l'huile obtenue pose également problème sur un marché où l'acheteur recherche un produit de qualité constante et optimale. Ainsi un manque de rigueur dans la gestion des plantations et de la distillation entraîne une variabilité de l'huile essentielle obtenue. Le type d'alambic, la qualité du nettoyage de l'alambic, la puissance de chauffe, la quantité et qualité du bois, la température et la quantité d'eau de distillation et de refroidissement, mais également la taille des arbres, l'orientation des parcelles, le désherbage des parcelles, le stade de maturité des fleurs, le moment de la cueillette, la fraîcheur des fleurs... sont autant de sources possibles de variabilité de la qualité de l'huile. Bien que les producteurs aient conscience de ces facteurs influents, très peu d'entre eux les respectent et tentent d'uniformiser leur mode de travail (Verlet, 1992 ; OTH International, 1993 ; Chaisse et al., 1999).

A Mayotte, la filière rencontre actuellement un problème supplémentaire : l'intégration de l'île de Mayotte au système français qui met gravement en danger la pérennité de la filière. En effet, la hausse régulière du coût de la main d'œuvre (intégration au système du SMIG français) amoindrit les marges

bénéficiaires. Il est donc impossible de compenser l'augmentation des coûts de production. Ce problème n'était pas rencontré il y a quelques années de cela car les membres de la famille participaient à la gestion des parcelles et à la distillation. A l'heure actuelle, les jeunes refusent de reprendre les exploitations et de travailler dans le secteur de l'agriculture.(OTH International, 1993 ; Perrot, 2009b). Les producteurs ont donc recours à la main d'œuvre clandestine en provenance d'Anjouan, prenant alors de gros risques. Ensuite, la faiblesse des revenus que procure la culture de l'Ylang-Ylang incite bien souvent les producteurs à arracher leurs pieds d'Ylang-Ylang et à les remplacer par des cultures plus rentables (manioc, banane, maraîchage) (Manner et al., 2006; Association des Naturalistes de Mayotte, 2006).

La pratique générale de la distillation a un impact écologique majeur qui, de plus en plus, menace l'environnement et sa propre autosubsistance. En effet, l'obtention de toutes les fractions de l'huile essentielle d'ylang-ylang nécessite une grande quantité de bois (environ 3 à 4 m³ par distillation, pour un alambic d'une capacité de 200 litres). La diminution de la disponibilité en bois contraint les producteurs à s'éloigner des sites de distillation en s'enfonçant toujours plus dans la forêt. Ceci occasionne alors des coûts et des contraintes supplémentaires mais surtout occasionne une déforestation qui, à terme, pourrait entraîner des déséquilibres environnementaux (ODEADOM, 1994 ; High value horticulture, 1998 ; Manner et al., 2006). La disponibilité en eau pour les alambics est également un problème qui se pose, surtout en saison sèche. Quand l'eau n'est pas directement rejetée dans la nature, elle est récupérée dans des bassins collecteurs à ciel ouvert subissant directement une forte évaporation (ODEADOM, 1994, High value horticulture, 1998).

7. Discussion

Bien qu'il s'agisse d'un arbre revêtant une grande importance économique dans sa zone de culture et qui permet d'obtenir un produit de haute valeur ajoutée, l'Ylang-Ylang est une plante peu connue et peu étudiée. Les informations relatives au mode de gestion de la plante et du verger existent mais sont parcellaires et disséminées. Il n'existe pas, à proprement parler, de guide des pratiques culturales concernant cet arbre dont on connaît finalement peu de choses. Ceci entraîne des difficultés quant à la mise en place de conseils permettant une gestion menant à l'uniformisation de la qualité de l'huile

essentielle d'ylang-ylang. Cependant, le problème est plus complexe. En effet, de part l'expérience et l'ancienneté, il existe une connaissance implicite d'un meilleur mode de gestion chez les producteurs. Pourtant, rares sont ceux qui se servent de ces informations. Des facteurs limitants tels que le coût de la main d'œuvre, le temps, le manque de qualification des ouvriers et la mauvaise gestion générale des plantations empêchent l'exploitation la plus efficace des quelques connaissances existantes. Cela a des répercussions sur l'huile essentielle obtenue qui présente une variabilité incessante de sa qualité. Ces différences existent aussi bien entre les différentes îles productrices qu'entre les plantations d'une même île.

Cependant, comme il a été expliqué précédemment, les trois producteurs principaux de l'huile essentielle d'ylang-ylang occupent des places sur le marché qui sont relativement distinctes. L'hétérogénéité entre les îles est donc intéressante à conserver et même nécessaire. En effet, l'AFNOR reconnaît qu'il existe deux types d'huile : 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. Nombreux paramètres peuvent être responsables de cette scission. La gestion des plantations, la gestion de l'arbre, la pratique de la distillation, le matériel utilisé, mais également le terroir, ... De surcroît, il est possible que le génotype des arbres influence la qualité de leur huile. Aucune étude scientifique, à l'heure actuelle, n'a été réalisée pour déterminer la véritable cause de cette qualité différenciée. Toutefois, cette information serait d'une grande valeur afin de maintenir les positions respectives de chaque île productrice sur le marché international, d'autant que la filière rencontre actuellement de nombreuses difficultés.

En effet, outre la mauvaise conjoncture économique qui est un problème ponctuel contre lequel les producteurs et les distillateurs sont impuissants, la filière souffre de nombreux autres problèmes récurrents dont l'hétérogénéité de l'huile au sein d'une île n'est que le sommet de l'iceberg. Le frelatage est bien étudié et compris. De nombreuses mesures ont été mises en place pour l'éviter mais ne semblent pas concluantes. A Mayotte, l'huile essentielle d'ylang-ylang possède une grande valeur patrimoniale et jouit d'une très bonne réputation. Une vente directe d'huile et de produits dérivés aux touristes pourrait permettre à la filière de se maintenir. En effet, il existe une réelle volonté de maintien

de la production de cette huile à Mayotte. Sa protection est donc à la fois une urgence et une priorité. Des mesures sont d'ailleurs actuellement prises afin de mettre en place une Appellation d'origine protégée. En ce qui concerne l'impact écologique de la production de cette huile essentielle, des études ont déjà été menées en vue de diversifier voire remplacer la source de combustible. Néanmoins, le bois reste l'option à laquelle on a le plus souvent recours.

Malgré la volonté d'apporter une huile de qualité irréprochable et toujours plus élevée sur le marché et, de surcroît, 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. Cependant, les bases nécessaires à un tel programme ne sont pas connues. Ainsi, la biologie de la reproduction, préalable nécessaire à tout programme d'amélioration variétale, reste peu connue. Une seule étude a été menée sur le sujet (Deroin, 1988). 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 et y est importante et que cette plante produit très peu de fruits. Ce qui représente également un obstacle en vue d'une amélioration variétale. Les capacités végétatives ne sont pas non plus connues. Outre le recépage qui est 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. Ce genre de programme trouverait pourtant sa place dans les conditions précaires actuelles de la filière. Notamment à Mayotte où les vergers d'Ylang-Ylang sont très âgés. Actuellement, les producteurs réalisent un remplacement des sujets morts avec des jeunes plants non sélectionnés qu'ils se procurent en forêt, sous la cime des Ylang-Ylang sauvages. A l'heure actuelle, que ce soit aux Comores, à Mayotte ou à Madagascar, les jeunes individus nouvellement plantés ne font l'objet d'aucune sélection. Il faut attendre quatre ans, quand l'arbre atteint une production de fleurs suffisante, pour savoir s'il est en mesure de produire une huile de bonne qualité ou simplement de produire un rendement en fleurs acceptable. Le choix judicieux d'individus d'élites produisant une huile essentielle de haute qualité permettrait de renforcer l'image d'excellence des productions de chaque île et rationaliserait le renouvellement des plantations.

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 filière dont les revenus sont indispensables à la subsistance des pays producteurs. C'est pourquoi, une étude est actuellement en cours de réalisation. Elle a pour objectif de contribuer à l'amélioration de la qualité de l'huile essentielle d'ylang-ylang. Pour y parvenir, une caractérisation structurée de la variabilité morphologique, génétique et chimique sera réalisée, mais également une étude de la biologie de la reproduction et de la propagation végétative de cette plante. Cette étude permettra d'obtenir des informations manquantes et pourtant indispensables en vue d'une possible amélioration variétale.

Liste des abréviations

PAFR: projet d'appui aux filières de rentes

AFNOR: association française de normalisation

ES: fraction extra supérieure

E: fraction extra

I: fraction première

II: fraction deuxième

III: fraction troisième

UNEP: united nations environment programme

UCCIA: Union des Chambre de commerce d'industrie et d'agriculture

SMIG: salaire minimum interprofessionnel garanti

ODEADOM: office pour le développement de l'économie agricole des départements d'Outer-Mer

Bibliographie

AFNOR, 2000. *Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 1. Echantillonnage et méthodes d'analyse*. Paris, France : AFNOR.

AFNOR, 2000. *Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles (H à Y)*. Paris, France : AFNOR.

AFNOR, 2005. Norme française NF ISO 3063 : *Huile essentielle d'ylang-ylang [Cananga odorata (Lamarck) J.D. Hooker et Thomson forma genuina]*. Paris, France : AFNOR.

Ainouline S., 1983. *L'économie des plantations aux Comores des origines à nos jours*. Thèse de doctorat Université de Dakar (Sénégal).

Anton R. & Lobstein A., 2005. *Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles*. Paris, France : Tec & Doc.

Association des Naturalistes de Mayotte, 2006. *Mayotte les plantes à parfum. In: Univers Maoré (hors- série n°1)*. Ile Maurice, France: Précigraph.

Ben Mohadji F., 2004. *Manuel de vulgarisation : techniques culturale. Cultures de Rente & Epices*. Grande Comore : Maison des épices des Comores.

Brulé Ch. & Pecout W., 1995. *L'ylang-ylang : un parfum subtil*. Grasse, France :V.F. aromatique, Paris et Arco-Charbot.

Chaisse É. & Ferrat J.-F., 1999. *L'Huile Essentielle d'ylang-ylang à Mayotte : constat et propositions de solutions pour l'avenir de la filière*. Mamoudzou, Mayotte, France: ODEADOM.

Chalot C., 1928. *La culture des plantes à parfum dans les Colonies françaises : Ylang-Ylang, Géranium Rosat, Lemon-Grass, Citronnelle, Vetiver, Patchouli, Bergamotte*. Paris, France: Bibliothèque de l'Institut National d'Agronomie Coloniale.

Chatel L., 2009. *La départementalisation de Mayotte. Clés Actu*, 100, 1-2

Council of Europe, 2007. *Natural source of flavourings : volume 2*. Bruxelles, Belgium: Council of Europe Publishing.

- Cronquist A., 1988. *The Evolution and Classification of Flowering Plants*. New York, USA: The New
- Demarne F. E., 1996. *La qualité des huiles essentielles d'ylang-ylang produites à Mayotte*. Saint-Pierre, La Réunion, France : CIRAD.
- Deroin T., 1988. Biologie florale d'une Annonacée introduite en Côte d'Ivoire : *Cananga odorata* (Lam.) Hook. f. & Thoms. *Bull. Mus. natn. Hist. nat.*, 10(4), 377-393.
- Florence J., 2004. *Flore de Polynésie française: volume 2*. Paris, France : IRD éditions.
- 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.
- Gaydou E.M., Randriamiharisoa R.P., Bianchini J.-P. & Llinas J.-R., 1988. Multidimensional data analysis of essential oils. Application to ylang-ylang (*Cananga odorata* Hook Fil. et Thomson, Forma *genuina*) grades classification. *J. Agric. Food Chem.*, 36, 574-579.
- Guenther E., 1952. *The essential oils : volume 5*. New-York, USA: Van Nostrand Company Inc.
- Hopkins W.G., 2003. *Physiologie végétale*. Bruxelles, Belgique : De Boeck Université.
- Judd W. S., Campbell C. S., Kellogg E. A. & Stevens P., 2002. *Botanique systématique : une perspective phylogénétique*. Bruxelles, Belgique: De Boeck Université.
- Louette M., Meirte D. & Jocqué R., 2004. *La faune terrestre de l'archipel des Comores*. Tervuren, Belgique: Musée royal de l'Afrique centrale.
- Manner H.I. & Elevitch C.R., 2006. *Cananga odorata (Ylang-Ylang)*. Species Profiles for Pacific Island Agroforestry, <http://www.agroforestry.net/tti/Cananga-Ylang-Ylang.pdf>, (04/02/09)
- OTH International, 1993. *Rationalisation de la production d'Ylang-Ylang à Mayotte: Exécution d'un projet pilote*. Paris, France: OTH International Département Environnement.
- PAFR, 1998. *Perspectives d'avenir de l'Ylang-Ylang aux Comores selon les applications dans la parfumerie : rapport final*. Moroni, RFIC: PAFR.

- Perrot J., 2009a. Production d'Ylang-Ylang : les bonnes volontés ne manquent pas, il ne faut pas les décourager. *Mayotte Éco*, 172.
- Perrot J., 2009b. Production d'Ylang-Ylang : Mohéli va prendre la place de Mayotte. *Mayotte Éco* 171.
- Raymond J., 2009. *Les Moluques : fabuleuses îles aux épices d'Indonésie*. Lascelle, France : éditions de la Flandronnière.
- Rolet A., 2003. *Les essences et les Parfums*. Paris, France : Connaissance et Mémoires.
- Spichiger R. E., Savolainen V. V., Figeat M. & 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.
- Stashenko E.E., Prada N.Q. & Martinez J.R., 1996. HRGC/FID/NPD and HRGC/MSD study of Colombian Ylang-Ylang (*Cananga odorata*) oils obtained by different extraction techniques. *J High Resolut Chromatogr*, 19, 353-358.
- 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.
- UCCIA, 2005. *Guide d'informations économiques*. Paris, France : Bernadette concept étoilé.
- UNEP, 2002. Atlas des Ressources Côtières de l'Afrique Orientale : République Fédérale Islamique des Comores. Programme Nairobi, Kenya : programme des Nations Unies pour l'Environnement.
- Verlet N., 1992. *Etude économique de l'huile essentielle d'ylang-ylang à Mayotte*. Nyons, France : ODEADOM.
- Wickens G.E., 2001. *Economic Botany: Principles and Practices*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands.
- York Botanical Garden Bronx.

Ziegler H., 2007. *Flavourings: production, composition, applications, regulations*. Berlin, Germany :
Wiley-VCH.

Tableaux

Constituants (en % d'aire)	Fractions								
	Extra-supérieure	Extra		Première		Deuxième		Troisième	
	Comores et Mayotte	Comores et Mayotte	Madagascar	Comores et Mayotte	Madagascar	Comores et Mayotte	Madagascar	Comores et Mayotte	Madagascar
Acétate de prényle									
Min.	1,5	1,0	0,6	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	traces
Max.	3,2	2,3	2,2	1,8	1,0	0,9	0,5	0,2	0,2
Ether de <i>p</i>-crésyl méthyle									
Min.	7,0	5,0	7,0	3,0	5,0	2,0	1,0	0,1	0,1
Max.	13,0	13,0	16,0	8,5	10,0	5,0	4,6	1,0	1,4
Benzoate de méthyle									
Min.	4,5	4,0	4,5	1,5	3,0	1,0	1,0	0,1	0,1
Max.	8,0	6,5	9,0	5,5	5,0	3,5	3,0	0,8	0,9
Linalol									
Min.	8,0	7,0	15,0	3,0	12,0	2,0	4,0	0,1	0,6
Max.	13,0	12,0	24,0	10,0	19,0	6,0	9,5	2,0	4,0
Acétate de méthyle									
Min.	14,0	11,0	5,5	6,0	2,8	4,0	0,5	0,5	0,1
Max.	20,0	17,5	14,0	14,0	10,0	8,8	5,0	3,0	2,2
Géranol									
Min.	0,1	0,1	1,3	0,1	1,6	0,1	0,7	traces	0,2
Max.	0,7	0,5	3,0	0,3	2,6	0,3	2,4	0,1	0,8
Acétate de géranyle									
Min.	2,0	2,5	7,0	2,0	8,0	1,7	5,6	0,4	1,0
Max.	6,0	6,0	14,0	5,0	15,0	6,0	12,0	3,0	6,6
Acétate de <i>E</i>-cinnamyle									
Min.	4,0	3,0	0,5	2,2	0,5	2,0	0,4	0,5	0,1
Max.	6,0	6,5	3,0	5,0	2,0	4,8	2,2	2,5	2,0
β-Caryophyllène									
Min.	2,0	2,5	2,5	4,0	5,5	4,8	10,0	5,0	12,0
Max.	6,0	8,0	8,5	10,0	12,0	14,0	17,0	15,0	19,0
<i>D</i>-Germacrène									
Min.	9,0	14,0	5,0	10,0	9,5	16,0	13,0	20,0	15,0
Max.	15,0	20,0	15,0	24,0	18,0	28,0	28,0	35,0	34,0
<i>(E,E)</i>-α-Farnésène									
Min.	2,0	6,5	1,0	7,0	3,0	14,0	5,0	12,0	9,0
Max.	6,0	15,0	5,0	18,0	8,0	21,0	11,5	29,0	25,0
<i>(E,E)</i>-Farnésol									
Min.	0,8	0,8	0,5	0,8	0,1	0,8	1,2	0,8	1,2
Max.	1,5	1,6	3,0	2,0	2,5	3,0	3,5	3,0	4,0
Benzoate de benzyle									
Min.	3,0	4,0	3,5	4,2	4,5	4,5	6,0	4,0	4,8
Max.	6,0	6,0	8,0	9,2	8,0	7,8	10,0	8,0	8,5
Acétate de <i>(E,E)</i>-farnésyle									
Min.	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,2	1,5	1,7
Max.	3,0	3,0	3,0	4,0	2,0	3,5	3,5	5,0	5,0
Salicylate de Benzyle									
Min.	1,5	2,0	1,2	2,0	1,6	2,0	1,8	2,5	2,0
Max.	3,5	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,8	5,0

Illustrations



Figure 1

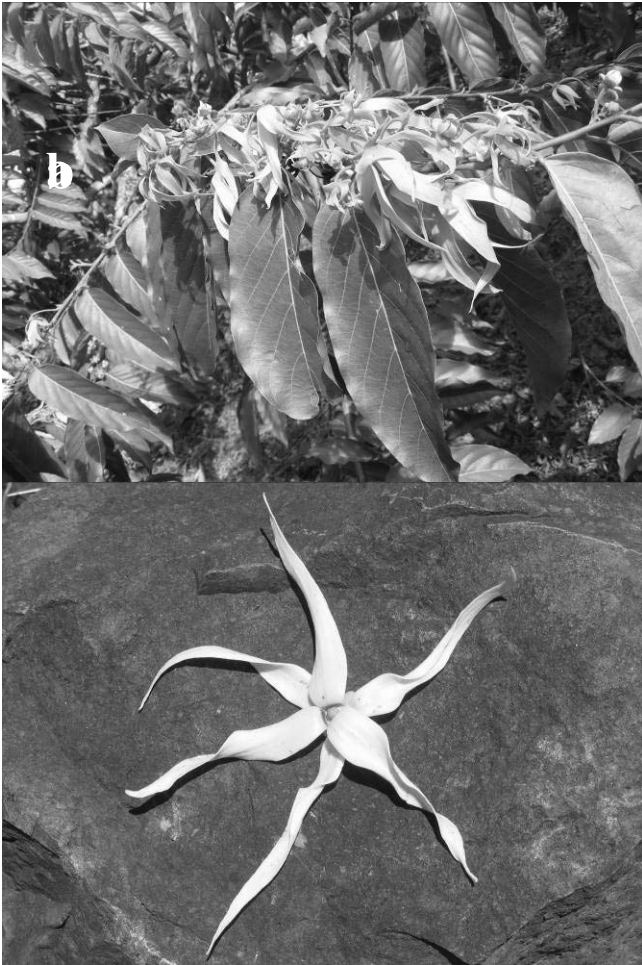


Figure 2



Figure 3

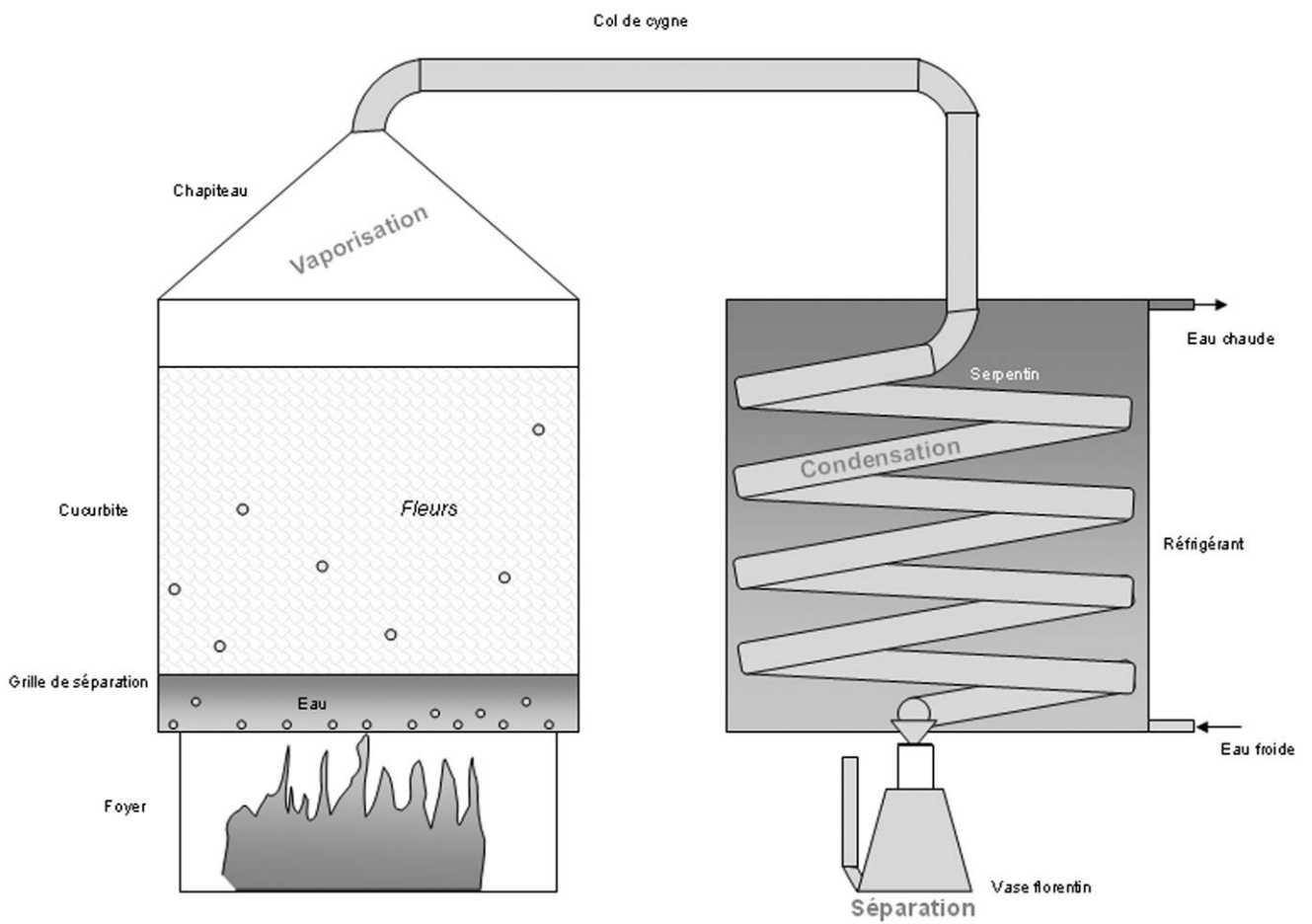


Figure 4

Légende des tableaux

Tableau 1. Constituants représentatifs et caractéristiques de l'huile essentielle d'ylang-ylang pour chaque fraction et chaque origine (crédits : AFNOR, 2005)

Légende des figures

Figure 1. Arbre de *Cananga odorata* (Lam.) Hook. & Thoms.

Figure 2. (a) Inflorescence de *Cananga odorata* (Lam.) Hook. & Thoms., (b) fleur de *Cananga odorata* (Lam.) Hook. & Thoms.

Figure 3. Infructescence de *Cananga odorata* (Lam.) Hook. & Thoms.

Figure 4. Schéma d'un alambic au cours d'une distillation par entraînement à la vapeur (crédits : CIRAD Mayotte).

Figures legend

Figure 1. *Cananga odorata* (Lam.) Hook. & Thoms. tree.

Figure 2. (a) *Cananga odorata* (Lam.) Hook. & Thoms. inflorescence, (b) *Cananga odorata* (Lam.) Hook. & Thoms. flower.

Figure 3. *Cananga odorata* (Lam.) Hook. & Thoms. infructescence.

Figure 4. Alambic during Steam distillation (credits: CIRAD Mayotte).

Tables legend

Table 1. Representative and characteristic components of ylang-ylang essential oils for each fraction of each origin (credits: AFNOR, 2005).