

**ETUDE DU TERROIR MAHORAIS ET DE
L'INFLUENCE DES PARAMÈTRES
ENVIRONNEMENTAUX SUR LA QUALITÉ DE
L'HUILE ESSENTIELLE D'YLANG-YLANG
(CANANGA ODORATA (LAM.) HOOK. &
THOMS.) À MAYOTTE**

AURÉLIE HICK

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER BIOINGÉNIEUR EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'ENVIRONNEMENT**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2009-2010

**(CO)-PROMOTEUR(S) : PR. MAHY G.
PR. BOCK L.**

*© Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et du doyen de Gembloux Agro-Bio Tech
Le présent document n'engage que son auteur.*

**ETUDE DU TERROIR MAHORAIS ET DE
L'INFLUENCE DES PARAMÈTRES
ENVIRONNEMENTAUX SUR LA QUALITÉ DE
L'HUILE ESSENTIELLE D'YLANG-YLANG
(CANANGA ODORATA (LAM.) HOOK. &
THOMS.) À MAYOTTE**

AURÉLIE HICK

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER BIOINGÉNIEUR EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'ENVIRONNEMENT**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2009-2010

**(CO)-PROMOTEUR(S) : PR. MAHY G.
PR. BOCK L.**

Remerciements :

Je tiens à remercier ici toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide et leur soutien pour la réalisation de mon travail de fin d'études.

Le **Professeur Mahy G.**, co-promoteur du travail, pour m'avoir menée à la réalisation de cette étude passionnante et tout particulièrement pour ses conseils et sa disponibilité lors de la phase de rédaction.

Le **professeur Bock L.**, co-promoteur du travail, pour son aide dans la compréhension du contexte géomorphopédologique de l'île de Mayotte et ses précieuses corrections.

Céline Benini, doctorante, pour son aide précieuse à l'élaboration du travail, son soutien, son accompagnement sur le terrain et les fous rires qui s'en sont suivis et sa bonne humeur communicative.

Marie-Laure Fauconnier, pour son intérêt porté à mon travail et ses conseils.

Le Programme Erasmus, dont la bourse de stage m'a permis de financer une partie de mon voyage à Mayotte.

L'antenne du CIRAD à Mayotte, pour son accueil chaleureux et son aide à la réalisation du travail.

Jean-Paul Danflous, chercheur au CIRAD pour son hébergement au début de mon séjour, sa passion pour la recherche et le sujet Ylang, sa disponibilité permanente, son aide sur le terrain, le prêt des diverses voitures, son soutien dans les moments de doutes, sa bonne humeur et son amitié.

Anli Abdou, pour son aide dans la recherche des plantations malgré les conditions climatiques instables et son soutien lors du petit accident de voiture.

La DAF de Mamoudzou, et plus particulièrement le service statistique pour son accueil et ses informations précieuses sur la filière Ylang. Un remerciement particulier à **Sébastien Aubard** pour la création des cartes illustratives de Mayotte et son aide dans l'utilisation du MNT.

Le BRGM, pour son accueil chaleureux et la mise à disposition de ses travaux sur le volcanisme et l'hydrologie de l'île.

Le Conseil Général, pour la mise à disposition de la maison des stagiaires qui fut mon lieu de vie mahorais.

Les personnes interviewées, pour le temps qu'elles m'ont consacré.

Le distillateur de Kahani, pour m'avoir donné l'occasion de participer à une distillation d'huile essentielle d'ylang-ylang.

Mes deux Françaises préférées : **Moana** et **Delphine** alias maman dédé, avec qui j'ai partagé cette aventure de trois mois dans la petite maison de Coconi, pour les moments inoubliables sur le choc de la culture belgo-française, les fous rires partagés, leur soutien dans les moments difficiles, leurs conseils, l'organisation de cette fête de départ, la découverte de l'île et pour leur amitié si précieuse.

Toutes les personnes formidables que j'ai rencontrées à Mayotte et qui ont contribué à rendre mon séjour inoubliable : **David, Amalia, Marion, Sébastien, Hassani, Yasmina, Thomas, Gaël, Christopher, Fatima, la petite bande du vendredi soir** qui m'a fait découvrir ces fameuses bananes cuites à l'eau salée et **les personnes de la station de Dembeni**.

Mes anciens cocoteurs et amis **Déborah, Aurélie, Marjo, Xavier, Manu et Adeline** pour leur soutien tout au long de mes études et au cours de mon séjour à Mayotte. Un remerciement tout particulier à **Amandine** pour son aide précieuse dans mes études, ses conseils de GEAT et le prêt de ses anciens cours qu'à **Céline**, ma voisine de palier, pour tous ces moments partagés et son soutien.

Aux filles, **Aurélie, Astrid, Maryam, Maud, Marie et Aurore**, pour leur soutien.

Aux **GEAT 2010**, pour cette solidarité et cette amitié unique.

À **mes amies de rhéto**, toujours présentes dans les grandes étapes de ma vie.

À **mes parents** pour m'avoir soutenue dans mon projet et m'avoir poussée, quant il le fallait à me dépasser et à ne jamais abandonner, pour leur soutien à mon voyage de fin d'études et leur aide dans la réalisation de ce travail, mais surtout pour leur patience étonnante lors des périodes mémorables d'examens.

À **ma sœur**, pour m'avoir supportée durant les moments de stress, pour ses conseils, son écoute et son soutien à mes projets.

Toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Résumé :

La présente étude découle d'une série de travaux de recherche sur l'huile essentielle d'ylang-ylang dans l'océan Indien, commencée en 2006 aux Comores. Cet arbre à parfum est essentiellement produit dans cette région du globe où les conditions climatiques sont propices à son développement. L'ylang-ylang n'est cependant pas endémique à ces îles. Il a été importé dans l'océan Indien et plus particulièrement, à La Réunion par les planteurs, dans les années 1850. Il fut, par la suite, introduit à Madagascar et dans l'archipel comorien. L'Union des Comores, Madagascar et l'île de Mayotte se partagent le marché mondial de cette huile essentielle. Néanmoins, la filière mahoraise de l'Ylang est, depuis une dizaine d'années, en déclin. C'est pourquoi une labellisation de l'huile mahoraise pourrait aider l'île à protéger cette culture qui lui est chère. L'objectif de ce travail est donc de caractériser le terroir mahorais et d'évaluer l'impact des différents paramètres environnementaux étudiés sur les huiles essentielles d'ylang-ylang.

La caractérisation du terroir mahorais révèle l'importance des facteurs humains. L'histoire de l'ylang-ylang à Mayotte démontre l'antériorité du produit. Néanmoins, aucun écrit n'existe à ce sujet. Les Mahorais ont également adapté leur processus de distillation à l'alambic en galvas, le plus utilisé sur l'île. Une modernisation vers l'utilisation d'un alambic en inox pourrait orienter la production vers une recherche de qualité supérieure de l'huile essentielle. Néanmoins, un suivi devrait être mis en place. L'étude des facteurs naturels révèle la richesse en diversité des conditions environnementales de l'île de Mayotte. Les plantations d'ylang-ylang étudiées présentent une variabilité intraparcellaire. Néanmoins, la variabilité entre les plantations est plus marquée. Ce constat s'est également traduit dans l'analyse de la composition des huiles essentielles. Les huiles provenant d'une même plantation sont globalement homogènes. Les huiles diffèrent néanmoins d'une plantation à l'autre. Cette différence est, entre autres, le fruit de la variation des conditions environnementales. Néanmoins, un seul paramètre ne peut pas expliquer les variations d'huile essentielle d'ylang-ylang. C'est en réalité une interaction de ces paramètres qui modifie la composition de l'huile.

Abstract:

This study follows a series of research on the essential oil of ylang-ylang in the Indian Ocean, begun in 2006 in the Comoros. The tree perfume is mainly produced in this region of the world where climatic conditions are favorable to its development. Ylang-ylang is not endemic to these islands. It was imported into Indian Ocean and particularly in Réunion Island by the planters in the 1850s. It was later introduced to Madagascar and the Comoros archipelago. The Union of Comoros, Madagascar and the island of Mayotte are the main sellers of essential oil on the world market. Nevertheless, the sector of Mayotte Ylang is declining for ten years. Therefore, a labeling of the oil could help Mayotte to protect this culture. The objective of this study was to characterize the "terroir" of Mayotte and evaluate the impact of environmental parameters on the essential oils of ylang-ylang.

The characterization of "terroir" of Mayotte reveals the importance of human factors. The history of ylang-ylang in Mayotte shows the anteriority of the product. However, there is no writing on this subject. The mahorais have also adapted their distillation process. A modernization of the stills could bring production to a high-quality research of essential oil. However, monitoring should be established. The study of natural factors reveals the rich diversity of environmental conditions in the island of Mayotte. The ylang-ylang plantations studied are heterogeneous in these plantations. However, variability between plantations is more pronounced. This observation was also reflected in the analysis of the composition of essential oils. The oils from a single plantation are homogeneous. The oils are different between two plantations. This difference is the result of changes in environmental conditions. However, a single parameter cannot explain the variations of essential oil of ylang-ylang. In fact the interaction of these parameters changes the composition of the oil.

Liste des abréviations :

ACP : Analyse en Composante Principale

BRGM : Bureau de Recherche Géologiques et Minières

CAPAM : Chambre d'Agriculture, de la Pêche et de l'Aquaculture de Mayotte

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

CNASEA : Centre National pour l'Aménagement des Structures des Exploitations Agricoles

DAF : Direction de l'Agriculture et de la Forêt

DOM : Département d'Outre-mer

EYGM : Coopérative Épices et Ylang Guerlain de Mayotte

GC-FID : Chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme

GC-MS : Chromatographie par spectre de masse

IEOM : Institut d'Emission d'Outre-mer

INAO : Institut National de l'Origine et de la Qualité

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques

MNT : Modèle Numérique de Terrain

OGAF : Opération Groupée d'Aménagement Foncier

PIB : Produit Intérieur Brut

SIG : Système d'Information Géographique

STABEX : Système de Stabilisation des Recettes d'Exportation

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture

ZCIT : Land unit de Convergence Intertropicale

Table des matières

Liste des abréviations :	IV
Table des matières	V
Table des figures	VII
Liste des tableaux :	X
1 Introduction	1
2 Synthèse bibliographique	3
2.1 La situation géographique de Mayotte.	3
2.1.1 Présentation générale de l'archipel des Comores dans l'océan Indien.	3
2.1.2 Présentation générale de Mayotte.....	3
2.2 Le contexte géologique.....	4
2.3 Le contexte morphopédologique.	5
2.3.1 Les unités morphologiques.....	5
2.4 Les types de pédogenèses rencontrés en milieu volcanique tropical.....	5
2.4.1 Les types de sols rencontrés à Mayotte.	6
2.5 Le contexte climatique	7
2.6 Le contexte écologique.....	10
2.7 Les potentialités agronomiques	11
2.8 Le contexte politique et économique de Mayotte.....	11
2.8.1 La démographie :.....	12
2.8.2 La situation économique générale de l'île :.....	12
2.8.3 L'agriculture :.....	12
2.9 L'ylang-ylang.....	13
2.9.1 Mais qu'est-ce que <i>Cananga odorata</i> ?.....	13
2.9.2 Les conditions environnementales de <i>Cananga odorata</i> :.....	13
2.9.3 La botanique de <i>Cananga odorata</i> :	14
2.9.4 Synthèses d'informations concernant la culture de l'ylang-ylang et la distillation des huiles essentielles :	14
2.9.5 L'ylang-ylang, une culture aux multiples avantages pour Mayotte:	14
2.10 L'huile essentielle d'ylang-ylang :	15
2.10.1 Qu'est-ce qu'une huile essentielle ?	15
2.10.2 L'huile essentielle d'ylang-ylang :	15
2.11 La notion de terroir :	16
3 Objectifs	17
4 Matériel et méthode :	18
4.1 Caractérisation du terroir mahorais	18
4.1.1 Étude des facteurs humains :	18

4.1.2	Étude des facteurs naturels :	19
4.1.3	Analyses chimiques du sol :	23
4.1.4	Analyses statistiques :	23
4.2	Caractérisation de l'impact des paramètres environnementaux et du type de sol sur la qualité de l'huile essentielle d'ylang-ylang.	23
4.2.1	Analyses statistiques :	23
5	Résultats	24
5.1	Caractérisation du terroir mahorais.	24
5.1.1	Etude des facteurs humains	24
5.1.2	La filière ylang-ylang.	29
5.1.3	Etude des facteurs naturels	31
5.1.4	Discussion :	59
5.2	Caractérisation de l'impact des paramètres environnementaux et du type de sol sur la qualité des huiles essentielles d'ylang-ylang à différentes échelle.	62
5.2.1	L'échelle intraparcellaire :	62
5.2.2	L'échelle interparcellaire :	67
5.2.3	Discussion :	72
6	Conclusion :	75
	Bibliographie :	77
	Annexes :	i

Table des figures

Figure 1 : Carte administrative de Mayotte. Source : DAF 2010.....	3
Figure 2 : Schéma du mécanisme de la ZCIT. Source : LAPEGUE J, 1999.	8
Figure 3 : Cumul mensuel des précipitations de 1996-2007. Source : Interprétation des relevés des précipitations de la DAF 2008.	9
Figure 4 : Carte pluviométrique de Mayotte (1992). Source : DAF 2010.	9
Figure 5 : Localisation des stations pluviométriques. Source : www.hydro-mayotte.agriculture.gouv.fr	9
Figure 6 : Répartition des précipitations annuelles et interannuelles. Source : Interprétation des données de précipitation de la DAF 2008.	10
Figure 7 : Répartition des précipitations annuelles et interannuelles. Source : Interprétation des données de précipitation de la DAF 2008.	10
Figure 8 : La croissance démographique de Mayotte. Source : Dossier Mayotte 2009 (DAF)	12
Figure 9 : Ylang-Ylang. Crédit : Hick A, 2010.....	13
Figure 10 : Illustration d'une grappe de fleurs d'ylang-ylang. Crédit : Hick 2010.	14
Figure 11 : Illustrations des lands unit sélectionnés et des plantations retenues.	20
Figure 12 : Codification des fiches sondage.	22
Figure 13 : Répartition des alambics sur l'île de Mayotte d'après la base de données Ylang de 2003 de la DAF.	25
Figure 14 : Illustration de la composition d'un appareil de distillation. Cette photo représente l'alambic du domaine Guerlain. Crédit : Hick A. 2010.....	27
Figure 15 : Répartition des âges des producteurs d'ylang-ylang à Mayotte. Source : DAF.	29
Figure 16 : Exportation de l'huile essentielle d'ylang-ylang à Mayotte via les collecteurs. Source : DAF.....	30
Figure 17 : Evolution des exportations d'huile essentielle d'ylang-ylang à Mayotte.Source :DAF.	30
Figure 18 : ultat cartographique des lands unit.	31
Figure 19 : Localisation des quatre lands unit sélectionnés.	31
Figure 20 : Analyse des précipitations sur Mayotte.	35
Figure 21 : Relief en 3D de la land unit C1.....	36
Figure 22 : Pentes de la land unit C1.	36
Figure 23 : Relief en 3D de la land unit C7.....	36
Figure 24 : Pentes de la land unit C7.	36
Figure 25 : Relief en 3D du land unit D1	36
Figure 26 : Pentes du land unit D1.....	36
Figure 27 : Relief en 2D de la land unit I1.....	36
Figure 28 : Pente de la land unit I1.	36
Figure 29 : Localisation des 12 plantations étudiées.....	37
Figure 30 : Représentation 3D de la plantation de Kahani à partir du MNT de Mayotte 2010.	38
Figure 31 : Altitude de Kahani et localisation des sous-parcelles A, B et C.....	38
Figure 32 : Hauteurs d'arbre dans PL-1-C1.....	39
Figure 33 : Expositions de PL-1-C1.....	39
Figure 34 : Pentes de PL-1-C1.	39
Figure 35 : Vue de la sous-parcelle PL-1A-C1. Crédit : Hick 2010.	40
Figure 36 : Vue de la sous-parcelle PL-1B-C1. Crédit : Hick 2010.....	40
Figure 37 : Vue de la sous-parcelle PL-1C-C1. Crédit : Hick A. 2010.....	40
Figure 38 : Altitude de PL-2-C1 et illustration des sous-parcelles A et B.	41

Figure 39 : Illustration en 3D de PL-2-C1 à partir du MNT de MAYotte 2010.....	41
Figure 40 : Vue de la sous-parcelle PL-2B-C1. Crédit : Hick A. 2010.....	41
Figure 41 : Altitude de PL-3-C1 et illustration des sous-parcelles A et B.	42
Figure 42 : Illustration en 3D de PL-3-C1 à partir du MNT de Mayotte 2010.	42
Figure 43 : Vue de la sous-parcelle PL-3B-C1. Crédit : Hick A. 2010.....	42
Figure 44 : Vue de la sous-parcelle PL-3A-C1. Crédit : Hick A. 2010.	42
Figure 45 : Altitude de PL-4-C7 et illustration des sous-parcelles A, B et C.	43
Figure 46 : Vue de la sous-parcelle PL-3B-C1. Crédit : Hick A. 2010.....	43
Figure 47 : vue de la sous-parcelle PL-4A-C7. Crédit : Hick 2010.	44
Figure 48 : Vue de la sous-parcelle PL-4C-C7. Crédit : Hick A. 2010.....	44
Figure 49 : Vue de la sous-parcelle PL-4B-C7. Crédit : Hick A. 2010.....	44
Figure 50 : Vue de l'ensemble PL-5B-C7. Crédit : Hick A. 2010.....	45
Figure 51 : Vue de la plantation et des champs de bananiers se situant en amont de cette dernière. Crédit : Hick A. 2010.	45
Figure 52 : Vue de la sous-parcelle PL-6A-C7. Crédit : Hick A. 2010.	45
Figure 53 : Altitude de PL-7-D1 et illustration des sous-parcelles A, B et C.	46
Figure 54 : Illustration en 3D de PL-7-D1, à partir du MNT de Mayotte 2010.....	46
Figure 55 : vue la sous-parcelle PL-7A-D1. Crédit Hick A. 2010.....	46
Figure 56 : Vue d'ensemble de PL-7-D1. Crédit : Hick A. 2010.	46
Figure 57 : Altitude de PL-8-D1 et illustration des sous-parcelles homogènes A et B.....	47
Figure 58 : Illustration en 3D de PL-8-D1, à partir du MNT de Mayotte 2010.....	47
Figure 59 : Vue de la sous-parcelle PL-8B-D1. Crédit : Hick A. 2010.	47
Figure 60 : Vue de sous-parcelle PL-8A-D1. Crédit : Hick A. 2010.	47
Figure 61 : Altitude de PL-9-DA et illustration de sous-parcelle A.....	48
Figure 62 : Illustration en 3D de PL-9-D1, à partir du MNT de Mayotte 2010.....	48
Figure 63 : Vue de la sous-parcelle PL-9A-D1. Crédit : Hick 2010.	48
Figure 64 : Illustration en 3D de PL-10-I1, à partir du MNT de Mayotte 2010.	49
Figure 65 : Altitude de PL-10-I1 et illustration des quatre sous-parcelles.....	49
Figure 66 : Vue de la sous-parcelle PL-10A-I1. Crédit : Hick 2010.....	50
Figure 67 : Vue de la sous-parcelle PL-10A-I1. Crédit : Hick 2010.....	50
Figure 68 : Vue de la sous-parcelle PL-10C-I1. Crédit : Hick A. 2010.	50
Figure 69 : Vue de la sous-parcelle PL-10D-I1. Crédit : Hick A. 2010.....	50
Figure 70 : Altitude de PL-11-I1 et illustration des sous-parcelles A, B et C.....	51
Figure 71 : Illustration en 3D de PL-11-I1, à partir du MNT de Mayotte 2010.	51
Figure 72 : Vue de la sous-parcelle PL-11A-I1. Crédit : Hick A. 2010.....	51
Figure 73 : Vue de la sous-parcelle PL-12B-I1. Crédit : Hick A. 2010.	52
Figure 74 : Vue de la sous-parcelle PL-12A-I1. Crédit : Hick A. 2010.....	52
Figure 75 : Intraparcellaire, le statut acido-basique.	55
Figure 76 : Variation intraparcellaire versus interparcellaire : Ntot.....	56
Figure 77 : Variation intraparcellaire versus interparcellaire : Ctot.....	56
Figure 78 : Variation intraparcellaire versus interparcellaire : les éléments disponibles.	56
Figure 79 : Dendrogramme des groupes de sol à l'échelle intraparcellaire.....	57
Figure 80 : variation interparcellaire versus land units : pH KCl.....	57
Figure 81 : Variation interparcellaire versus land units : Ctot.	57
Figure 82 : Variation interparcellaire versus land units : Ntot.	57
Figure 83 : variation interparcellaire versus land units : éléments diponibles.	58
Figure 84 : Dendrogramme des groupes de sol à l'échelle interparcellaire	58
Figure 85 : Eléments disponibles en profondeur.....	58

Figure 86 : Répartition des composés sur Z1-Z2.	62
Figure 87 : Fraction 1, ACP selon des groupes de sol.	62
Figure 88 : Fraction 1, ACP sur l'axe Z1-Z2.	62
Figure 89 : Histogramme des composés chimiques de l'huile.	63
Figure 90 : Répartition des composés sur Z1-Z2.	64
Figure 91 : Fraction2, ACP selon les groupes de sol.	64
Figure 92 : Fraction2, ACP selon Z1-Z2.	64
Figure 93 : Fraction 2 : Histogramme des composés chimiques de l'huile	65
Figure 97 : Fraction 3 : Histogramme des composés chimiques des huiles.	66
Figure 94 : Répartition des composés sur Z1-Z2.	66
Figure 95 : Fraction 3, ACP selon les groupes de sol.	66
Figure 96 : Fraction 3, ACP selon Z1-Z2.	66
Figure 98 : Fraction 4 : Histogramme des composés chimiques des huiles.	67
Figure 99 : Fraction 1, ACP selon les groupes de sol.	67
Figure 100 : Répartition des composés chimiques sur Z1-Z2.	67
Figure 101 : Fraction1, ACP selon Z1-Z2.	67
Figure 103 : Fraction 1 : Histogramme des composés chimiques des huiles.	68
Figure 102 : Fraction 1 : groupes d'huiles	68
Figure 104 : Fraction 2, ACP selon les groupes de sol.	69
Figure 105 : Fraction2, ACP selon Z1-Z2.	69
Figure 106 : Répartition des composés chimiques sur Z1-Z2.	69
Figure 107 : Fraction 2, groupes d'huiles.	69
Figure 108 : Fraction 2 : Histogramme des composés chimiques des huiles.	70
Figure 109 : Répartition des composés chimiques sur Z1-Z2.	70
Figure 110 : Fraction 3, ACP selon les groupes de sol.	70
Figure 111 : Fraction3, ACP selon Z1-Z2.	70
Figure 113 : Fraction 3 : Histogramme des composés chimiques des huiles.	71
Figure 112 : Fraction 3, groupes d'huiles.	71
Figure 114 : Répartition des composés chimiques sur Z1-Z2.	71
Figure 115 : Fraction 4; ACP selon les groupes de sol.	71
Figure 116 : Fraction 4, ACP selon Z1-Z2.	71
Figure 118 : Fraction 4 : Histogramme des composés chimiques des huiles.	72
Figure 117 : Fraction 4, groupes d'huiles.	72

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Synthèse des différents sols rencontrés à Mayotte, suivant les processus morphopédologiques inspiré de Latrille 1981.....	7
Tableau 2 : Le climat mahorais d'après Latrille 1985.....	7
Tableau 3 : Ensembles géologiques inspiré de Stieltjes 1979.....	20
Tableau 4 : Ensembles morphopédologiques inspiré de Latrille 1981.....	20
Tableau 5 : Comparatif des trois types d'alambic coexistant à Mayotte.	26
Tableau 6 : Comparatif des deux types de combustion pour les alambics.	26
Tableau 7 : Signification de la légende des land units.	32
Tableau 8 : Tableau comparatif des quatre lands unit.....	33
Tableau 9 : Illustration des sondages de la plantation PL-1-C1.....	39
Tableau 10 : Synthèse des altitudes rencontrées.	53
Tableau 11 : Synthèses des expositions rencontrées.	53
Tableau 12 : Synthèse des pentes rencontrées.....	53
Tableau 13 : Synthèse du nombre d'horizons et de la profondeur des sondages.....	54
Tableau 14 : Synthèse de la teinte (Hue) des sondages.....	54
Tableau 15 : Synthèse des taches au sein des sondages.	55
Tableau 16: Synthèse de la charge au sein des sondages.	55

1 Introduction

L'archipel des Comores est composé de quatre îles et se localise dans l'océan Indien entre le Nord de Madagascar et l'Afrique orientale. Ces îles sont apparues d'Est en Ouest et se sont formées à des époques différentes. Trois îles composent l'Union des Comores : Anjouan, Mohéli et Grande Comore. La quatrième île est Mayotte. Ces quatre îles ont été, jusqu'en 1974, des colonies françaises. Mayotte est, la seule, à avoir émis le souhait de rester française au moment de l'indépendance, à la suite du référendum de 1974. Notre étude s'est penchée uniquement sur l'île de Mayotte et sur son arbre symbolique : l'ylang-ylang.

L'huile essentielle d'ylang-ylang est utilisée dans la parfumerie haut de gamme et dans certains produits cosmétiques. Elle est produite essentiellement dans cet archipel ainsi qu'à Madagascar. Toutefois, Mayotte a, aujourd'hui, du mal à rester concurrentielle face aux autres îles de l'océan Indien sur le marché mondial par rapport à sa propre production d'huile. Cette culture de rente tend donc à disparaître sur Mayotte alors qu'autrefois, c'était l'une des sources principales de revenus de l'île. Cependant, l'huile essentielle d'ylang-ylang est bien plus qu'une culture de rente sur Mayotte. Elle a une valeur culturelle et patrimoniale.

La première étude sur l'huile essentielle d'ylang-ylang à Gembloux, débuta en 2006 avec la réalisation d'un mémoire de fin d'études résultant d'une collaboration entre Gembloux agro bio tec et le groupement d'intérêt économique (GIE) « la maison des épices des Comores ». C'est donc, un intérêt récent qui s'est mis en place pour étudier, de plus près l'ylang-ylang, dans l'archipel des Comores. Ce premier travail de fin d'études a été réalisé par Dora Dumortier (2006) et avait pour titre : « *Contribution à l'amélioration de la qualité de l'huile essentielle d'ylang-ylang des Comores* ». L'objectif de ce travail était d'étudier et d'améliorer la qualité d'huile essentielle aux Comores.

En 2007, un second mémoire de fin d'études découlant de cette collaboration vit le jour. Il fut réalisé par Céline Benini (2007) et s'intitulait : « *Contribution à l'étude de la diversification de la production d'huiles essentielles aux Comores* ». L'objectif de ce travail était d'étudier, dans une première phase, les possibilités de diversification de la production d'huiles essentielles aux Comores et, dans une deuxième phase, de réaliser une étude de deux morphotypes floraux d'ylang-ylang en vue de créer de la qualité différenciée au sein de la filière de l'huile essentielle d'ylang-ylang. Ce mémoire de fin d'études déboucha sur une thèse de doctorat visant à caractériser, de façon structurée, la variabilité de *Cananga odorata* aux niveaux morphologique, génétique et chimique, à l'échelle de plusieurs îles de l'Océan Indien. Par la suite, l'objectif est de mettre en évidence des individus d'élite présentant un morphotype et/ou un génotype clairement identifiable donnant, après distillation de ses fleurs, une huile essentielle de haute qualité (Céline benini 2010).

C'est dans le cadre de ce doctorat qu'un troisième mémoire de fin d'études fut réalisé par Gwenn Dodeur (2009). Il s'intitula : « *Biologie florale et gestion des plantations d'ylang-ylang (Cananga odorata (Lamarck) J.D. Hooker & Thomson, variété genuina) à Mayotte* ». L'objectif de cette étude était double. D'une part, il visait à décrire les modalités de gestion des plantations d'ylang-ylang à Mayotte et, d'autre part, à étudier la biologie florale de l'espèce.

Toujours dans le cadre de ce doctorat, deux autres travaux de fin d'études ont été réalisés au cours de cette année académique 2009-2010. Le premier a pour but d'étudier la variabilité chimique de l'huile essentielle d'ylang-ylang comorienne. Il a été réalisé par Mélanie Ringuet. Le second a été rédigé par Maité Deplechin et traitait de l'étude de la propagation végétative et générative de l'ylang-ylang de Mayotte.

L'analyse des données morphologiques, génétiques ainsi que la caractérisation chimique réalisée dans le cadre du doctorat montrent un potentiel « effet terroir ». Ce présent travail doit contribuer à la caractérisation du terroir mahorais et à l'étude de l'impact des paramètres étudiés sur la qualité des huiles d'ylang-ylang. L'étude devait, à la base, se réaliser essentiellement sur l'île de Mayotte et être comparée à une étude se déroulant sur Grande Comore. Néanmoins, au vu de la situation politique instable de 2010 sur cette dernière île, l'étude s'est déroulée, dans son entièreté, à Mayotte. La caractérisation du terroir mahorais découle également, du souhait émis par Mayotte, de créer un label de qualité pour ses huiles essentielles d'ylang-ylang. Ce travail a donc été réalisé en collaboration

étroite avec l'antenne du CIRAD à Mayotte (Centre International en Recherche Agronomique pour le Développement).

L'étude est présentée en quatre parties. La première partie est une synthèse bibliographique de l'île de Mayotte et des connaissances récoltées sur l'ylang-ylang. La seconde partie explicite les objectifs du travail. La méthodologie est ensuite décrite dans la troisième partie. Les résultats sont développés dans la dernière partie. Ils s'articulent autour de deux axes : la caractérisation du terroir mahorais d'une part et l'étude de l'impact des paramètres environnementaux sur l'huile essentielle d'ylang-ylang, d'autre part.

2 Synthèse bibliographique

2.1 La situation géographique de Mayotte.

2.1.1 Présentation générale de l'archipel des Comores dans l'océan Indien.

L'archipel des Comores se situe entre le Nord de Madagascar et l'Afrique orientale. Il est constitué de quatre îles principales : Grande Comore, Mohéli, Anjouan et Mayotte.

Ces îles ont été formées par une ride sous-marine discontinue située entre le bassin de Somalie, au Nord et le canal du Mozambique, au Sud. Ces îles sœurs forment une suite de volcans basaltiques. Elles sont apparues d'Est en Ouest. Mayotte est, par conséquent, l'île la plus vieille de l'Archipel des Comores contrairement à Grande Comore qui en est la plus jeune. Mayotte est de ce fait, l'île la plus évoluée d'un point de vue morphologique. (Stieltjes 1988; Graviou et al. 2006)

2.1.2 Présentation générale de Mayotte

Elle se situe dans l'hémisphère Sud entre les latitudes 11°20' S et 13°S et les longitudes 43°15'E et 45°30'E. Elle se trouve à une distance sensiblement équivalente entre les côtes africaines et le Nord de Madagascar (200km). (Stieltjes 1988). Pour mieux visualiser l'île, une carte administrative de Mayotte permet de situer la Capitale, les villages principaux, le port, l'aéroport de Pamandzi ainsi que les limites communales et villageoises, tout en montrant l'évolution urbaine depuis 2005 (Figure 1).

Mayotte est donc d'origine volcanique. Elle est formée d'une île principale appelée Grande Terre, qui regroupe 90% de la population et d'un îlot, lui aussi habité : Petite Terre. L'ensemble s'étend sur une superficie de 370 km² et son point culminant est le Mont Bénara, haut de 680 m. Sa capitale est la ville de Mamoudzou, regroupant 28% de la population de l'île. La langue maternelle des mahorais est le shimaoré, d'origine swahilie, héritée des arabes ou le shiboushi, d'origine malgache. Néanmoins, la langue officielle de l'île est le français. Nonante-sept pour-cent de la population est musulmane. (Stieltjes 1988; Coquille 2004)

Mayotte possède un lagon d'une superficie de 1000 km² fermé par sa barrière de corail longue de 140km. De plus, elle possède une double barrière au Sud-ouest. Cette barrière corallienne est le témoin de l'affaissement général de l'île de Mayotte. (Stieltjes 1988; Graviou et al. 2006)

Mayotte est l'île de l'archipel la plus altérée et la plus érodée d'un point de vue géologique. (Graviou et al. 2006).



Figure 1 : Carte administrative de Mayotte. Source : DAF 2010

2.2 Le contexte géologique.

La théorie, la plus couramment évoquée pour expliquer l'apparition de l'archipel des Comores au sein de l'océan Indien, est celle des points chauds. Cet archipel appartenant à la plaque africaine, serait le fruit d'un système volcanique fixe et localisé à l'intérieur de cette plaque. Ce système, appelé « points chauds », est engendré par du magma perforant la plaque et résultant de la fusion des roches du manteau inférieur. Ce serait, le déplacement de la plaque par-dessus ce point chaud, qui expliquerait le déplacement de l'activité volcanique formant ainsi les quatre îles de l'archipel. La chronologie des âges de ces îles serait, elle aussi, expliquée par cette théorie. (Graviou et al. 2006)

La formation de l'île de Mayotte.

- *Au Mio-pliocène, il y a 7 à 8 millions d'années :*

C'est à cette époque que débute l'histoire de l'île aux parfums. Deux volcans boucliers, à l'origine de Grande Terre, se forment sur le fond océanique. Ils émergent progressivement à la surface par l'empilement de coulées de lave basaltique. Des périodes d'activités volcaniques longues de centaines de milliers d'années vont alors s'alterner avec des périodes de repos toutes aussi longues. (Stieltjes 1988; Graviou et al. 2006)

- *Au Pliocène, de 5 à 3,5 millions d'années :*

Les volcans boucliers se transforment progressivement en stratovolcan. Des phénomènes d'érosion apparaissent, formant des rivières et des gorges au niveau des crêtes. Les laves évoluent et deviennent plus visqueuses et les coulées plus épaisses. Nous sommes en présence de lave phonolitique¹. Le magma cristallise et forme des basaltes² et des basanites. (Stieltjes 1988; Graviou et al. 2006)

- *Au Pliocène, de 3,5 à 2 millions d'années :*

Les deux volcans évoluent de manière similaire et ont une composition proche. Néanmoins, ils sont alimentés par leur propre source magmatique. Le volcan du Sud évolue plus rapidement que celui du Nord. Survient alors une fissuration radiale et périphérique au niveau des deux cratères, qui engendre des éruptions émises au niveau des flancs des volcans. Les laves les plus visqueuses sont émises plus tard et formeront des dômes. A la fin du Pliocène, les deux stratovolcans commencent à s'enfoncer dans l'océan. Dans le Sud, une caldera³ s'ouvre ; elle deviendra la baie de Boueni. (Stieltjes 1988; Graviou et al. 2006)

- *Au Pléistocène, de 1,8 à 1,4 millions d'années :*

Cette période est caractérisée par des dégagements de gaz volcaniques transformant, peu à peu, la phonolite en argiles. Au même moment, l'activité volcanique reprend. Des coulées de laves basaltiques recouvrent les vallées creusées par l'érosion. (Stieltjes 1988)

- *Du Pléistocène à l'Holocène :*

Une longue période d'accalmie de plus d'un million d'années s'installe, laissant penser que l'île avait atteint son dernier stade d'évolution. Néanmoins, l'activité volcanique reprend de manière brutale, il y a 500.000 ans, à proximité de la côte. Le magma est plus riche en silice et, au contact de l'eau, crée de violentes explosions. (Stieltjes 1988; Graviou et al. 2006)

¹ La phonolite correspondant à une roche volcanique à grains généralement fins, riches en feldspath. C'est une lave visqueuse qui donne souvent des coulées épaisses (Graviou et al. 2006).

² Roche volcanique basique, de couleur sombre. C'est la lave la plus fréquente à la surface du globe terrestre où elle constitue notamment le plancher océanique (Graviou et al. 2006).

³ « Mot d'origine espagnole, (...) désignant une grande dépression volcanique subcirculaire, limitée par des bordures raides. La formation d'une caldera peut résulter de plusieurs phénomènes : l'effondrement du toit d'une chambre magmatique suite à une vidange de magma, l'affaissement et le glissement latéral d'une partie du flanc d'un volcan, ou encore une éruption explosive très violente. (Graviou et al. 2006) »

- *Il y a moins de 100.000 ans, le lagon fait son apparition :*

Mayotte continue de s'enfoncer dans l'océan. C'est à ce moment que la barrière de corail se construit, délimitant un lagon tout autour de l'île. Lors de la dernière glaciation de Würm, le niveau des océans baisse. Le lagon se vide, laissant des rivières se creuser doucement. Ces dernières vont entailler la barrière de corail créant, ce que l'on appelle aujourd'hui : « les passes », dont la plus connue : « la passe en s ». A la fin de la glaciation, le niveau des eaux retrouve son état initial. Ainsi, le lagon est à nouveau immergé. Une seconde barrière se crée alors au Sud de l'île. Des éruptions explosives viennent former les cratères de Dziani et de Moya. Des études récentes nous révèlent que ces dernières éruptions volcaniques remontent à 7000 ans. (Stieltjes 1988; Graviou et al. 2006)

- *Aujourd'hui :*

L'activité volcanique de Mayotte a cessé. L'île continue de s'enfoncer. Sans une nouvelle activité volcanique, très peu probable, l'île de Mayotte disparaîtra dans l'océan Indien, ne laissant qu'un atoll dans plusieurs millions d'années. (Graviou et al. 2006)

2.3 Le contexte morphopédologique.

2.3.1 Les unités morphologiques.

La morphologie de Mayotte présente trois modèles bien distincts, liés à l'âge du volcanisme en place. Ainsi, nous distinguons (Debeuf 2004):

Un modèle d'amphithéâtre.

Il se rencontre sur l'île là où figure un volcanisme ancien. Ce modèle peut être à crêtes ou à coulées boueuses plus ou moins décapées.

Un modèle de planèze.

Ce modèle s'est formé sur les produits du volcanisme moyen. Il peut être également à crêtes. Nous le rencontrons aussi en croupe⁴, aux sommets dégradés en bad-lands⁵. Par ailleurs, les planèzes peuvent avoir été disséquées par les cours d'eau.

Un modèle volcanique.

Il comprend les constructions conservées du volcanisme récent comme les cônes, les ponces et du volcanisme ancien intrusif.

2.4 Les types de pédogenèses rencontrés en milieu volcanique tropical.

L'archipel des Comores est un ensemble d'îles volcaniques se distinguant par leur âge de formation. Mayotte est donc, l'île la plus ancienne de l'archipel, suivie par Anjouan. C'est pourquoi les types de pédogenèse et de sol rencontrés à Anjouan sont semblables à ceux rencontrés sur l'île de Mayotte.

La pédogenèse andique :

Cette pédogenèse est caractéristique des accumulations volcaniques.

Les sols résultants de cette pédogenèse sont les andosols. Ce sont, par conséquent, des sols formés à partir de matériaux volcaniques pyroclastiques contenant des éléments vitreux. Ces sols possèdent une capacité de rétention en eau ainsi qu'une capacité d'échange ionique très élevée. Les andosols sont

⁴ « Partie supérieure et arrondie d'une montagne ou d'une colline. (Larousse en ligne) »

⁵ « Modelé de dissection associant des entailles vives à des crêtes d'interfluvies aiguës, produit dans les régions sèches, par des averses soudaines ravinant des matériaux meubles et imperméables (Graviou et al. 2006) »

également des fixateurs de phosphore. Ils sont caractérisés par la présence de substances amorphes, communément appelées des allophanes. Les andosols ne sont pas représentés sur l'île de Mayotte. (Brouwers 1974)

La pédogenèse brunifiante :

La pédogenèse brunifiante est en stade intermédiaire entre la pédogenèse andique et la pédogenèse vertique ou ferrallitique. Elle est généralement liée à des changements de condition climatique ou de drainage. (Brouwers 1974)

Les sols résultants de cette pédogenèse sont les sols bruns tropicaux. Ces sols sont caractérisés par un horizon B structuré, les différenciant des andosols et des sols ferrallitiques. La structure de ces sols est stable à l'eau. Les sols bruns tropicaux constituent généralement les meilleures terres agricoles. (BROUWERS M 1974)

La pédogenèse ferrallitique :

La pédogenèse ferrallitique est issue d'une altération poussée des minéraux primaires ainsi que de l'élimination d'une grande partie de la silice et des bases alcalines et alcalino-terreuses. Les produits de synthèse sont, par conséquent, abondants : les argiles kaolinites, les hydroxydes et oxydes de fer et d'aluminium. (Brouwers 1974)

Les sols qui proviennent de cette pédogenèse sont les sols ferrallitiques. Ils sont généralement profonds. L'horizon B est épais et à peine structuré. Les minéraux primaires y sont rares. Ces sols présentent un pH acide et une quantité de bases échangeables faible. La structure de ces sols est généralement instable. Les sols ferrallitiques possèdent des intérêts agronomiques moindres par rapport aux sols andiques et aux sols bruns tropicaux. (Brouwers 1974)

La pédogenèse hydromorphe :

L'évolution de ces sols est liée à un excès d'eau temporaire ou permanent dans le profil. Il en résulte une accumulation de matière organique et/ou la présence en taches de couleurs rouille, grises ou bleutées. (Brouwers 1974)

Les sols résultants de cette pédogenèse sont les sols hydromorphes. Ils se situent le plus souvent sous les mangroves. (Brouwers 1974)

2.4.1 Les types de sols rencontrés à Mayotte.

Cinq types de sols coexistent à Mayotte, comme illustré dans le Tableau 2 (Latrille 1981): les sols bruns tropicaux andiques, les sols bruns tropicaux évolués, les sols andiques ferrallitiques, les sols ferrallitiques remaniés et les sols hydromorphes. Il existe également sur l'île des endroits où les chercheurs n'ont pas pu mettre un type de sol en évidence. Nous nous trouvons dès lors en présence de mosaïques de sol⁶.

Le Tableau1 résume les données géomorphopédologiques sur Mayotte.

⁶ « Lorsqu'une des formations lithologiques définies (...) est dominante, tout en étant associée à une ou plusieurs autres formations moins représentées, nous sommes en présence d'une mosaïque (Brouwers 1974) »

Tableau 1 : Synthèse des différents sols rencontrés à Mayotte, suivant les processus morphopédologiques inspiré de Latrille 1981.

Phase du volcanisme	Unité morphopédologique	Pédogenèse	Type de sol
Volcanisme récent	Tufs, ponces, cendres, lapillis et cônes volcaniques	Andosolisation évoluée avec brunification nette	Sols bruns andiques
		Début de ferrallitisation lié à l'âge du matériau	Sols andiques ferrallitiques
Volcanisme moyen	Bad-lands		Mosaïque de sols
	Planèzes	Brunification plus ou moins évoluée selon l'âge du décapage et du remaniement des altérites.	Sols bruns andiques
		Début de ferrallitisation lié à l'âge du matériau	Sols andiques ferrallitiques
	Croupes	Brunification plus ou moins évoluée	Sols bruns évolués
		Remaniement ancien des sols ferrallitiques par coulées boueuses	Sols ferrallitiques remaniés
	Crêtes	Brunification évoluée	Sols bruns évolués
Volcanisme ancien	Coulées boueuses		Mosaïque de sols
		Brunification plus ou moins évoluée selon l'âge du décapage et du remaniement des altérites.	Sols bruns évolués
		Remaniement des sols ferrallitiques par coulées boueuses	Sols ferrallitiques remaniés
	Crêtes	Sols bruns sur altérites ferrallitiques. Sols ferrallitiques remaniés sur volcanisme ancien indifférencié.	Sols bruns évolués/sols ferrallitiques remaniés
Formes d'accumulation du quaternaire	Plaines, glacis et fonds de vallée.	Gley de surface à moins de 1m30	Sols hydromorphes
		Brunification peu évoluée hydromorphe	Sols bruns peu évolués

2.5 Le contexte climatique

L'île de Mayotte présente trois grands types de climats : tropical humide tempéré par l'altitude, tropical humide et tropical sec. (Latrille 1985) Le Tableau 2 représente ces différents climats.

Tableau 2 : Le climat mahorais d'après Latrille 1985.

	Climat tropical humide tempéré par l'altitude. Pluviométrie > 1500mm.	Climat tropical humide. Pluviométrie > 1500mm	Climat tropical sec. Pluviométrie < 1500mm
Altitude	400 à 800m	< 400m	< 400m
Durée de la saison des pluies	6 à 9 mois	6 à 9 mois	< 6 mois
Insolation annuelle	1700 à 2200 h	> à 2200 h	> à 2200 h
Nombre de mois à T° moy < 20°C	1 à 3	0	0
Humidité résiduelle	85 à 95%	75 à 85%	75 à 85%
Cultures pérennes	Plus ou moins exigeantes en nombre de mois pluvieux	Peu exigeantes en nombre de mois pluvieux	Peu exigeantes en nombre de mois pluvieux

Les saisons se succèdent en fonction du déplacement de la land unit de convergence intertropicale (ZCIT). Cette land unit est encadrée au Nord, par une masse d'air chaude et humide provenant d'Inde : la mousson. Au Sud de la ZCIT, se trouve une masse d'air froid et sec tempéré marin provenant de l'antarctique (Figure 2). Ce sont les alizés. (Lapegue 1999)

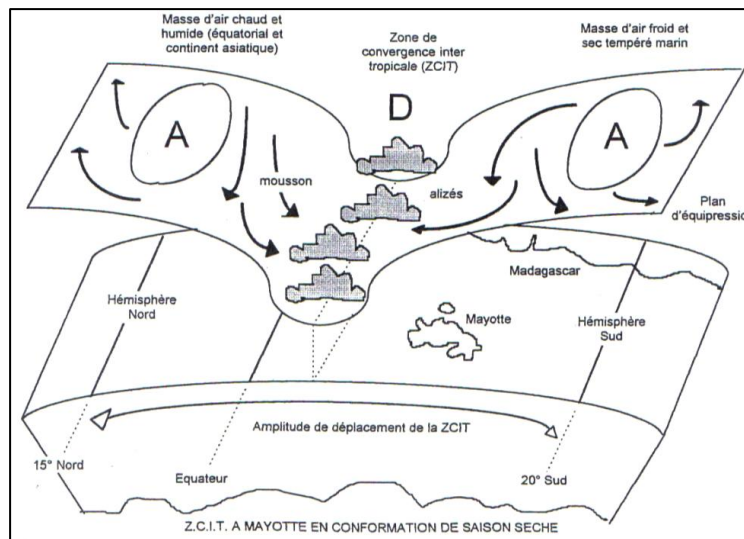


Figure 2 : Schéma du mécanisme de la ZCIT. Source : Lapegue J, 1999.

Par ailleurs, l'année est divisée en deux saisons principales (sèche et humide) et en deux saisons intermédiaires, plus brèves (Lapegue 1999) :

- **Kashkasi** : c'est la saison des pluies, de décembre à mars. La ZCIT se trouve au Sud de Mayotte. Le vent est chaud et chargé d'humidité, c'est la mousson qui souffle du Nord-Ouest en direction du Sud. L'humidité de l'air est de l'ordre de 85 % le jour et de 95% la nuit.
- **Matulahi** : c'est une saison intermédiaire d'établissement progressif des alizés (d'avril à juin).
- **Kussi** : c'est la saison sèche, de juin à septembre. La ZCIT remonte au Nord de l'équateur sous un effet de dépression lié au réchauffement du continent asiatique. L'air polaire passe tout d'abord par Madagascar et il est, par conséquent, asséché. Les précipitations diminuent considérablement. Les vents sont les alizés venant du Sud.
- **Mayombeni** : c'est une saison intermédiaire d'établissement de la mousson (d'octobre à décembre).

L'île de Mayotte est donc ainsi soumise à deux systèmes de vent. Le premier est la mousson, présent de novembre à avril et induisant la saison des pluies. De juin à septembre, ce sont les alizés secs qui soufflent atteignant l'île par le Sud-Est. Nous sommes dans la saison sèche. (Lapegue 1999)

La répartition des précipitations de l'île est liée à deux facteurs : les vents et le relief montagneux (Figure 4).

Un gradient de pluviométrie orienté Nord-Ouest/Sud-Est est présent à Mayotte. Ce gradient est lié à l'orientation de la mousson. Dès lors, les précipitations sont plus abondantes au Nord-Ouest et au Centre-Ouest de l'île et plus faible dans le Sud. La land unit Nord-Est est particulière. En effet, le relief influence les précipitations dans cette région et un fort gradient de pluviosité est lié à la pente. Dans cette land unit, seules les hauteurs sont bien arrosées. (Lapegue 1999; Losch 2002)

Dans le Nord de l'île, le climat correspond à un climat tropical humide où la saison sèche est inférieure à 6 mois. Dans le Sud, le climat est qualifié de climat tropical sec et la saison sèche est supérieure à 6 mois (Figure 2). (Latrille 1985)

Les précipitations varient de 1000 à 2000 mm selon la position sur l'île. Les deux land units où les précipitations dépassent les 2000 mm sont le Mont Mtsapéré et le Mont Bénara. Dans ces régions, le relief dépasse les 400m d'altitude et le climat est qualifié de climat tropical humide tempéré par

l'altitude. Septante-huit pour-cent des précipitations sont rencontrés entre décembre et avril (Tableau 2). (Lapegue 1999)

Le cumul mensuel des précipitations de 1996 à 2007 ainsi que la répartition des précipitations enregistrées dans les différentes stations de la DAF ont été mis en graphique d'après la base de données pluviométrique de la DAF (Figure 3 et 7) (DAF 2008).

C'est au cours de la saison des pluies que le sol se charge en eau et que les nappes et les cours d'eau se remplissent. La figure 3 relève les précipitations mensuelles sur une période d'une dizaine années. En effet, les mois excédentaires en eau dans le sol sont les mois de décembre à mars. Le mois d'avril est excédentaire uniquement au centre et dans le Nord de l'île. Le reste de l'année, l'eau est en déficit dans le sol. Le mois de plus déficitaire étant le mois d'août pour l'ensemble de l'île. (Eberschweiller 1986)

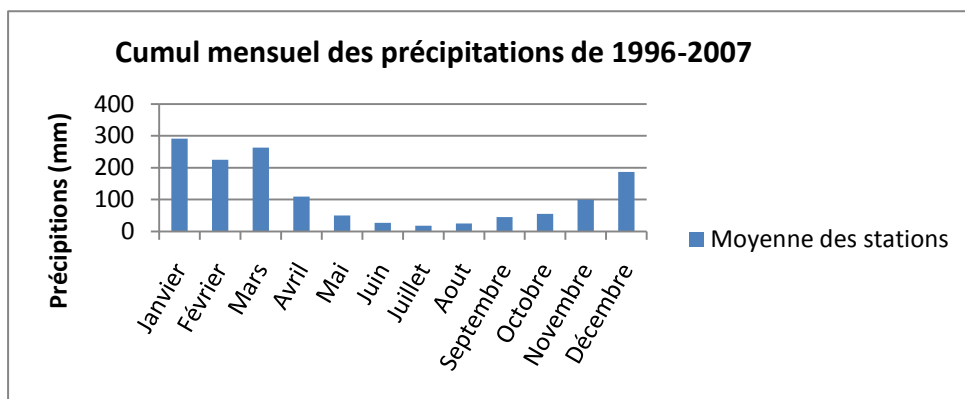


Figure 3 : Cumul mensuel des précipitations de 1996-2007. Source : Interprétation des relevés des précipitations de la DAF 2008.

Les températures sont fonction de l'altitude et des saisons. La température moyenne annuelle, au niveau de la mer, est de l'ordre de 26°C. Sur les sommets, cette température descend, en moyenne, aux alentours de 20°C.

Le gradient thermique est de 0,8°C par 100m. (Eberschweiller 1986)

En saison des pluies, l'insolation est de 14h (de 5h à 19h). Elle diminue en saison sèche où elle n'est plus que de 12h (de 6h à 18h). (Eberschweiller 1986)



Figure 4 : Carte pluviométrique de Mayotte (1992). Source : DAF 2010.

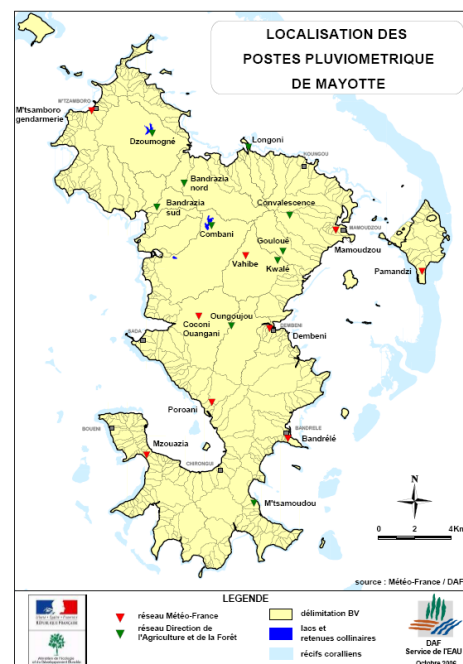


Figure 5 : Localisation des stations pluviométriques. Source : www.hydro-mayotte.agriculture.gouv.fr

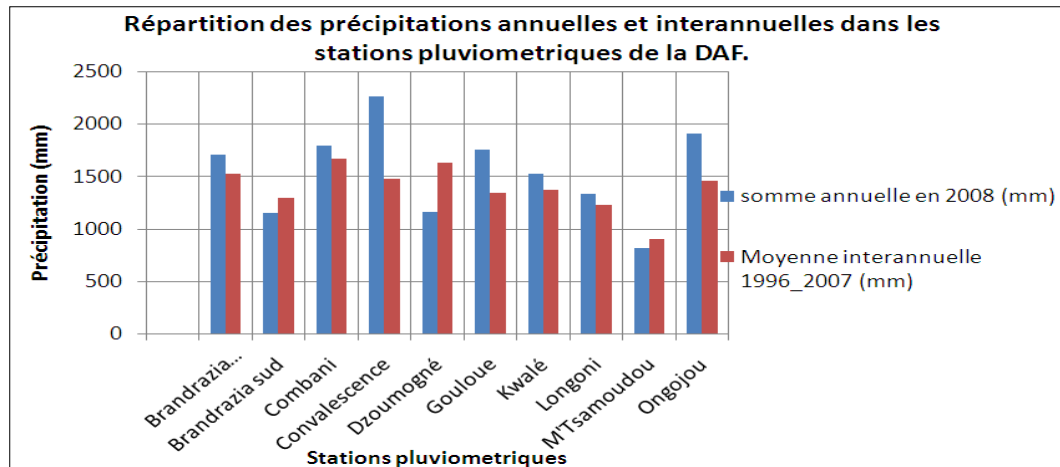


Figure 7 : Répartition des précipitations annuelles et interannuelles. Source : Interprétation des données de précipitation de la DAF 2008.

2.6 Le contexte écologique.

L'île de Mayotte est un « hot spot » en diversité écologique. Rien qu'en plantes vasculaires, 1.200 espèces ont été identifiées, soit l'équivalent d'un quart de la flore française présente sur 370 km². Les forêts de l'île font partie de cette richesse à protéger. Elles occupent la plus grande superficie du territoire (35%). (Stat-Agri Mayotte 2000; Journet 2009)

Elles se rencontrent sous diverses natures (JOURNET M 2009) :

- Les forêts humides, présentent sur 673 ha.
- Les forêts sèches, présentent sur 360 ha.
- Les forêts mésophiles, présentent sur 85 ha.
- Les mangroves du bord de mer et des îlots, présentent sur 735 ha.

Des réserves forestières ont été mises en place (Figure 6). Le premier objectif est de protéger ces espaces naturels, fortement perturbés suite à la déforestation pour l'approvisionnement des sucreries du 19^{ème} siècle. Le second enjeu est de maintenir ces espaces boisés pour protéger l'île de l'érosion. Les mangroves sont, elles aussi, protégées. Elles font fonction de filtre des alluvions provenant des rivières, protégeant ainsi le lagon. Elles sont aussi un frein aux vagues sur les côtes lors de fortes tempêtes. (Journet 2009)

L'eau est également une ressource vitale pour l'île. Ainsi, l'île est caractérisée par une multitude de bassins versants dont le plus grand à une superficie de 23 km². Les débits des rivières sont le plus souvent faibles. Durant l'année, un grand nombre de rivières est asséché. De ce fait, les agents des eaux ne dénombrent qu'une vingtaine de rivières permanentes. La plupart des aquifères de l'île se positionnent dans les coulées fracturées de laves. Ils sont, par conséquent, très étroits et allongés. (Journet 2009)

Le milieu physique de Mayotte. Source : DAF 2010.

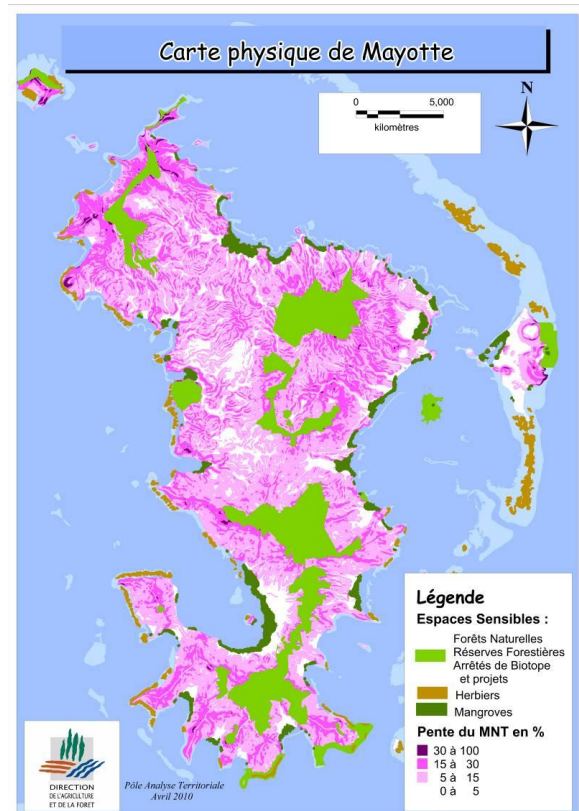


Figure 6 : Répartition des précipitations annuelles et interannuelles. Source : Interprétation des données de précipitation de la DAF 2008.

2.7 Les potentialités agronomiques

- *Dans le Nord de l'île (de Mrsangamoudji à Bandraboua):*

La pluviométrie y est légèrement plus faible qu'au centre de l'île. Elle varie entre 1500 et 1850 mm annuellement, tout en restant relativement élevée. Les plateaux y sont fertiles, mais entourés de nombreux « padzas⁷ ». Les pentes sont fortes, particulièrement le long du littoral. Elles dépassent souvent les 20 %. (Losch 2002)

- *Dans le Centre :*

La région du Centre peut être subdivisée en trois sous régions : le Centre-Nord, la région de Combani et le Centre-Sud.

Dans le Centre-Nord (de Longoni à Dzoumogné), la pluviosité est très bonne : de 1800 à 2000 mm par an. Le potentiel agronomique y est élevé. Les plateaux et les plaines sont fertiles. La région de Combani, plus au centre, correspond à une land unit de plateaux fertiles. Le potentiel agricole y est relativement élevé. Le relief y est moins accentué et les padzas plus isolés. Il y a également dans cette land unit, une grande disponibilité en eau. Cette land unit représente la land unit où le potentiel agricole est le plus élevé dans l'île. Dans le Centre-Sud (Sada, Chiconi, Ouangani et Dembeni), les précipitations sont légèrement plus faibles qu'à Combani. Dembeni, se situant à l'Est voit ses précipitations encore un peu plus faibles (entre 1500-1600 mm). Ce village correspond à une land unit de plateaux fertiles et de plaines alluviales. (Losch 2002)

- *Le Nord-Est (de Longoni à Tsoundzou):*

Les versants sont plus érodés et faiblement cultivés. La fertilité, sur la pente à l'Ouest de Mamoudzou et au Nord de la land unit, est plus faible. Les conditions écologiques pour le maraîcher sont bonnes, si l'accès à l'eau est possible. (Losch 2002)

- *Le Sud (Brandrele et land unit Sud) :*

Les précipitations sont plus faibles. Cette land unit est soumise aux alizés secs. La disponibilité en eau est une contrainte importante dans cette région. Les pentes sont relativement fortes dans cette land unit. Cependant, les sols ont une bonne aptitude agronomique. Les padzas sont nombreux. (Losch 2002)

2.8 Le contexte politique et économique de Mayotte

L'arrivée de l'homme sur l'île de Mayotte date du 5^{ème} siècle.

Le premier peuple, ayant conquis cette île, serait d'origine bantoue (Kenya). C'est donc l'Afrique, qui aurait découvert Mayotte. Très vite, un commerce s'organise entre les différentes îles du canal du Mozambique et le continent africain. S'en suit une longue période d'invasions arabes, apportant à Mayotte, sa culture swahilie et la religion musulmane. (Coquille 2004)

L'Europe, et plus particulièrement le Portugal et la France, fit escale à Mayotte au 15^{ème} siècle. L'archipel des Comores servait alors de point de ravitaillement sur la Route des Indes. Le 25 avril 1841, le sultan de Mayotte, Andriantsouli cède son île à la France. Mayotte, contrairement aux autres îles de l'archipel, devient alors une colonie française. Il faudra attendre une cinquantaine d'années pour que la France puisse établir son protectorat sur l'ensemble de l'archipel comorien. En 1946, l'archipel devient officiellement un territoire d'Outre-mer. (Coquille 2004)

En 1974, vient la question de l'indépendance des îles de l'archipel. Un référendum est alors organisé dans les quatre îles. Néanmoins, seule l'île de Mayotte, avec 63,8% des voix désire rester sous la tutelle française. Un second vote est alors organisé sur cette île, confortant le souhait de la population. Mayotte reçoit le statut provisoire de Collectivité Territoriale de la République. En 2001,

⁷ Padzas : synonyme de « Bad-lands » dans le langage mahorais.

elle deviendra officiellement une Collectivité Départementale pour devenir, en 2009, le 101^{ième} département français. (Coquille 2004; Benini 2010)

2.8.1 La démographie :

Les résultats de l'enquête menée par l'Insee nous indiquent que la population s'élevait à 186.000 habitants en 2007. La densité de population est donc supérieure à 500 habitants par km². Le taux d'accroissement, entre 2002 (année de la précédente enquête) et 2007, est de + 3,1%. Un taux bien supérieur au taux national français de + 0,7%. (Trouillard et al. 2007)

La population mahoraise a ainsi quadruplé en trente ans (Figure 8). Deux causes expliquent cette croissance : une natalité très élevée et l'immigration provenant des autres îles de l'archipel. Plus de 40% de la population est d'origine étrangère. L'étude nous indique que l'indice synthétique de fécondité est de 6,4 enfants pour les mères nées à l'étranger contre 3,4 pour les femmes nées à Mayotte ou, ailleurs, sur le territoire français. L'âge moyen de la population est de 22 ans, ce qui fait de Mayotte, le plus jeune territoire français. (Trouillard et al. 2007)

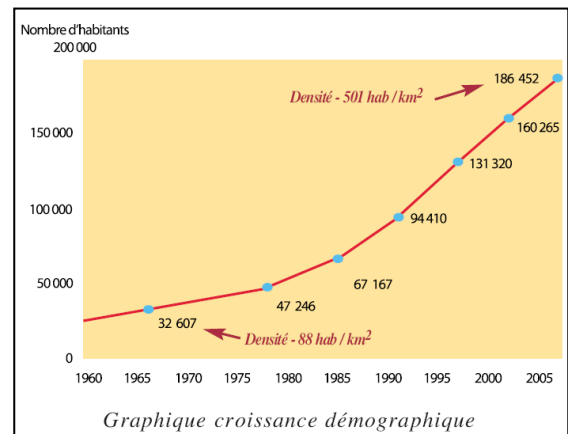


Figure 8 : La croissance démographique de Mayotte. Source : Dossier Mayotte 2009 (DAF)

Les familles monoparentales (7.000 familles) sont également en hausse par rapport au recensement de 2002 (4.800 familles). Ce chiffre s'explique, soit par le nombre en hausse de couples séparés ; soit par l'existence de famille en situation irrégulière, dont le père a été rapatrié dans son pays d'origine.

2.8.2 La situation économique générale de l'île :

Le pouvoir d'achat des mahorais est faible. Le produit intérieur brut des habitants, par an, s'élève à 4000 euros, soit six fois moins que la moyenne nationale française mais neuf fois plus que celle des Comores. Le taux de chômage atteint les 26,4% en 2007. La raison de ce taux relativement élevé est l'inadéquation entre l'offre et la demande. De ce fait, les emplois générés, suite au développement de l'île, ne peuvent convenir à la majorité de la population, qui reste trop peu qualifiée. (Trouillard et al. 2007)

2.8.3 L'agriculture :

L'agriculture mahoraise fournit 50% des produits alimentaires consommés sur l'île. Les parcelles sont très petites (4.000 m² en moyenne) et cultivées, pour la plupart, à la main. Le nombre total d'exploitations agricoles est estimé à 16.500, selon le pré-recensement agricole de 2009. (Journet 2009)

Qu'entendons-nous par « agriculture mahoraise » ?

L'agriculture à Mayotte ne représente pas un métier en soi, puisque le recensement de 2009, évalue à 16.500 le nombre de ménage pratiquant une activité agricole. Par contre, seuls 5.000 d'entre eux, sont inscrits à la chambre de l'agriculture. En réalité, l'agriculture est bien souvent, une forme d'autosubsistance. Néanmoins, les mahorais pratiquant une activité agricole, ont généralement une autre source de revenus. Quant aux domaines agricoles plus ou moins importants, ceux-ci reposent généralement sur de la main-d'œuvre clandestine. (Journet 2009)

Les cultures vivrières :

L'agriculture vivrière est l'agriculture la plus pratiquée sur l'île. C'est également une forme d'autosubsistance. Seul un tiers de la population agricole vend ses produits. Cette agriculture est très souvent pratiquée, sous couvert d'arbres fruitiers. Nous y retrouvons principalement du manioc, des bananes plantain et du maïs. En 2003, 17.000 tonnes de bananes et environ 23.000 tonnes de manioc ont été produites. (Coquille 2004; Journet 2009)

Les cultures maraîchères :

Ce type de culture est en progression croissante à Mayotte. Elle est néanmoins dépendante du climat et un déficit apparaît en saison des pluies. C'est une culture rémunératrice. La tomate est la principale culture maraîchère pratiquée sur l'île. (Coquille 2004)

Les cultures de rentes :

Suite à la trop forte compétitivité des prix des Comores et de Madagascar, l'agriculture de rente est en déclin à Mayotte. Trois cultures de rentes sont toutefois présentes sur l'île : l'ylang-ylang, la vanille et la cannelle. (Journet 2009) . L'étude de la culture de l'ylang-ylang sera abordée dans l'étude des facteurs humains du terroir mahorais.

La vanille est la deuxième culture d'exportation de l'île. La production moyenne de vanille noire était de 2,5 à 3 tonnes par an jusqu'au début des années 2000. S'en suit une chute importante de la production due ; d'une part, aux mauvaises conditions climatiques et, d'autre part, à la chute des cours de la vanille. Des aides à la filière ont été mises en place depuis 2003. A cette époque, 200 producteurs étaient recensés. Néanmoins, les producteurs, au vu de la situation économique, ne souhaitent plus s'investir dans cette filière malgré les aides proposées. La production est aujourd'hui, essentiellement vendue localement sur l'île. (CAPAM et al. 2006)

L'élevage :

L'élevage est un secteur d'épargne pour les éleveurs. Les plus fortes demandes ont lieu lors des fêtes religieuses. L'île comptait, en 2003, environ 20.000 bovins et plus de 24.000 caprins et ovins.

2.9 L'ylang-ylang.

L'ylang-ylang est la principale culture de rente à Mayotte.

2.9.1 Mais qu'est-ce que *Cananga odorata* ?

Cananga odorata est plus connu sous le nom d'ylang-ylang. Cet arbre appartient à la famille des Annonacées. À l'état sauvage, il peut atteindre les 35 mètres de haut, mais sa taille se situe plus fréquemment entre 10 et 20 mètres de haut. Nous le rencontrons sous cette forme dans des forêts secondaires ou en agroforesterie. Il se localise dans les îles de l'océan Indien et en Asie tropicale d'où il est endémique. Les fleurs d'ylang-ylang sont particulièrement odorantes. Son huile essentielle, obtenue après distillation, est grandement appréciée des parfumeries. Elle est également utilisée dans de nombreux domaines tels que les cosmétiques, la savonnerie, la fabrication de détergent, etc. (Guenther 1952; Felmann 1993; Manner et al. 2006)



Figure 9 : Ylang-Ylang. Crédit : Hick A, 2010.

L'ylang-ylang commence à produire ses fleurs au bout de quatre ans et en produira durant 45 ans. Lorsqu'il est cultivé, sa taille est maintenue à une hauteur maximale de trois mètres. Une plantation d'ylang-ylang abandonnée n'est jamais perdue. En effet, il suffit de recouper les branches principales qui se sont développées après l'arrêt de l'été pour que l'arbre soit remis en production. (Chaisse et al. 1999 ; Doyen 2006; Manner et al. 2006)

2.9.2 Les conditions environnementales de *Cananga odorata* :

L'ylang-ylang préférera croître en régions tropicales humides. Néanmoins, on peut le cultiver aux abords de l'équateur. Cet arbre se retrouve dans des régions où les précipitations annuelles sont souvent comprises entre 700 et 1500 mm. La température annuelle optimale à son développement se situe, quant à elle, entre 18 et 25 °C. Il peut tolérer une période de sécheresse de deux mois. À l'inverse, sous les 5 °C, il ne pourra pas se développer. Les cultures d'ylang-ylang redoutent les vents violents. (Association des naturalistes de Mayotte 2006; CAPAM et al. 2006 ; Manner et al. 2006)

L'ylang-ylang peut être planté à une altitude comprise entre 0 et 800 m, de préférence sur des parcelles bien ensoleillées. En land unit tropicale, pour des raisons de températures trop faibles, l'ylang-ylang ne sera généralement pas planté au-delà des 600 m. (Association des naturalistes de Mayotte 2006; Manner et al. 2006)

Cananga odorata est capable de se développer sur des sols sableux, argileux et argilo-sableux. Quoi qu'il en soit, sa croissance et sa production de fleurs seront optimales sur des sols argilo-sableux. Nous le retrouvons également sur des sols volcaniques, riches et fertiles. Les sols alluviaux sont à éviter. Il peut supporter des sols engorgés d'eau sur une courte période, mais préférera des sols bien drainés. Dans certains cas, il se satisfait de sols pauvres, rocaillieux et pratiquement inaptes à d'autres cultures. Ces sols pauvres doivent toutefois être bien drainés et humides. L'ylang-ylang tolère une grande variation de pH allant de 4,5 à 8. (Guenther 1952; Fellmann 1993; Association des naturalistes de Mayotte 2006; Manner et al. 2006)

2.9.3 La botanique de *Cananga odorata* :

Les fleurs d'ylang-ylang sont regroupées en grappes de 2 à 20 fleurs. Elles sont composées de 3 sépales et de 6 pétales de 4 à 8 cm et possèdent un pédoncule long de 3 à 5 cm (Figure 10). Elles sont matures, une fois leur couleur jaune. C'est à cette période que la fleur contient la plus grande quantité et la meilleure qualité d'huile. (Guenther 1952)



Figure 10 : Illustration d'une grappe de fleurs d'ylang-ylang. Crédit : Hick 2010.

Les fruits sont verts et tendent vers le noir lorsqu'ils deviennent matures. Ils mesurent 1,5 à 2,5 cm de long et contiennent entre 6 et 12 graines. (Manner et al. 2006)

Les feuilles mesurent 20 cm de long. Elles sont alternes, simples, entières et de forme elliptique. (MANNER H. I and ELEVITC C. R 2006)

2.9.4 Synthèses d'informations concernant la culture de l'ylang-ylang et la distillation des huiles essentielles :

L'aspect sociotechnique de la culture d'ylang-ylang sera abordé dans la partie concernant l'étude des facteurs humains du terroir mahorais. Les ylang-ylangs sont généralement distants l'un de l'autre de 5 m. La densité de la plantation avoisine les 400 arbres par hectare.

Cet arbre à parfum produit 4 kg de fleurs par arbre et par an. La production annuelle de fleurs étant d'environ 1.600 kg de fleurs par hectare.

Les travaux d'entretien se font tout au long de l'année. La cueillette tout comme l'étêtage ont lieu tous les 15 jours. Les travaux de sarclage sont réalisés tous les 20 jours.

La distillation se fait généralement en 24h. La quantité de fleurs à récolter est généralement de 150 kg.

(Chaisse et al. 1999)

2.9.5 L'ylang-ylang, une culture aux multiples avantages pour Mayotte:

L'ylang-ylang est une culture apportant à l'île de Mayotte une multitude d'avantages à bien des niveaux. En effet, elle contribuerait à améliorer l'environnement en protégeant le sol de l'érosion et des pluies violentes. Elle participerait, tout autant, à diminuer l'envasement du lagon. Elle jouerait également un rôle social en promouvant une tradition, permettant ainsi aux mahorais, de renouer avec leur culture dans cette île en pleine explosion démographique. De plus, les plantations d'ylang-ylang apportent un atout visuel et olfactif pour promouvoir des activités touristiques. Les produits dérivés de la culture d'ylang-ylang pourraient devenir un apport économique et un attrait touristique pour l'île. (Angalia 2003; CNASEA 2007)

2.10 L'huile essentielle d'ylang-ylang :

2.10.1 Qu'est-ce qu'une huile essentielle ?

D'après Dumortier 2006, une huile essentielle résulte d'un mélange de composés lipophiles. Ces composés sont volatils. Ils sont synthétisés et stockés dans certains tissus végétaux spécialisés. Ce sont les huiles essentielles qui procurent à la plante son odeur caractéristique. L'extraction des huiles essentielles se fait généralement par hydodistillation ou par entraînement à la vapeur.

Les huiles essentielles résultent d'une sécrétion naturelle du végétal provenant de cellules excrétrices. Ces cellules peuvent se localiser entre dans les fleurs (comme pour l'ylang-ylang), dans les sommités fleuries (comme pour la lavande), dans les feuilles (comme pour la citronnelle), dans l'écorce (comme pour le cannelier), dans les racines (comme pour le vétiver) ou dans les graines (comme pour la noix de muscade). (Dumortier 2006)

2.10.2 L'huile essentielle d'ylang-ylang :

Au cours d'une distillation, cinq qualités d'essences sont généralement obtenues : l'Extra S, l'Extra, la Première, la Deuxième et la Troisième.

Au fur et à mesure de la distillation, l'huile essentielle d'ylang-ylang s'appauvrit en esters et s'enrichit en terpènes. La densité de l'huile diminue également. Le prix est fixé au degré de densité de l'huile. La qualité se mesure par l'indice de réfraction, le pouvoir rotatoire, la densité et l'indice d'esther. La composition chimique des huiles est également prise en considération. (Benini 2007)

La première qualité est l'extra S (ES). Elle est difficile à obtenir. Vient ensuite l'extra (E), utilisé dans la parfumerie haut de gamme. Elle ne représente que 3 % de l'huile essentielle obtenue au cours du processus de distillation. La qualité suivante est la première (P), représentant 18 % de la distillation. La Deuxième (D), représentant 37 % de l'huile essentielle obtenue. Ces deux fractions sont utilisées dans les produits cosmétiques. La dernière qualité est la Troisième (T). Cette fraction est plus couramment utilisée dans la production de savons. Elle constitue la plus grande part d'huile essentielle obtenue lors de la distillation (42 %).

Les trois premières fractions (l'Extra S, l'Extra et la Première) sont appelées des essences « de tête ». La quatrième fraction (la Deuxième) est l'essence « de corps » et la dernière fraction, dénommée « la Troisième », est dite « de queue ».

Pour finir, il est également possible d'obtenir de l'huile essentielle dite complète. Elle est obtenue soit, en mélangeant l'ensemble des fractions récoltées, soit en ne fractionnant pas. Cette huile est couramment utilisée dans l'aromathérapie. (Association des naturalistes de Mayotte 2006; Doyen 2006)

Les composés chimiques de l'huile essentielle sont : des terpènes, des alcools, des esters, des éthers, des phénols et des aldéhydes. La norme AFNOR relative à l'huile essentielle d'ylang-ylang à mis en évidence 15 composés majoritaires : « Acétate de benzyle », « Acétate de géranyle », « Acétate de (E,E)-farnésyle », « Acétate de E-cinnamyle », « Acétate de prényle », « Salicylate de benzyle », « Benzoate de benzyle », « Benzoate de méthyle », « Linalol », « Géraniol », « (E,E)-Farnésol », « Ether de p-crésyl méthyle », « D-Germacrène », « B-caryophyllène », « (E,E)-a-Farnésène »

Comment distinguer la variabilité de la qualité des huiles essentielles d'ylang-ylang ?

Il existe à ce jour, deux techniques permettant d'interpréter la variation de qualité entre deux huiles (Demarne 1996; Association des naturalistes de Mayotte 2006) :

- **Le critère olfactif :**

Le critère olfactif est utilisé par les senteurs, également appelés les « nez ». Sur base de leur odorat, ces personnes sont capables de distinguer les huiles procurant le meilleur parfum. Néanmoins, le jugement des senteurs reste un critère très subjectif.

▪ La GC-FID et la GC-MS :

La première chromatographie permet la quantification des huiles essentielles. La seconde est utilisée pour l'identification. Les données sont ensuite traitées par une analyse en composante principale afin de synthétiser la variabilité obtenue.

2.11 La notion de terroir :

Le terroir est un concept français, extrêmement difficile à traduire dans une langue étrangère. Cette notion est mal connue au niveau mondial. Dans le but d'internationaliser ce concept, une définition de ce terme a été créée pour la rencontre internationale « planète terroir » de l'UNESCO, en 2005. Cette définition a été proposée par un groupe de travail de l'INRA/INAO. (Association Terroirs et Cultures 2005)

Il nous propose la définition suivante (Association Terroirs et Cultures 2005) :

« Un terroir est un espace géographique délimité, dans lequel une communauté humaine, construit, au cours de son histoire, un savoir collectif de production, fondé sur un système d'interactions entre un milieu physique et biologique, et un ensemble de facteurs humains. Les itinéraires sociotechniques ainsi mis en jeu, révèlent une originalité, confèrent une typicité, et aboutissent à une réputation, pour un bien originaire de cet espace géographique ».

Cette définition est, aujourd'hui, utilisée pour définir le concept du terroir dans le guide du demandeur d'une appellation d'origine. (INAO 2009)

Les terroirs et leurs produits sont des outils privilégiés du développement local, rural et durable. Le concept du terroir peut être sollicité lors d'une recherche d'authenticité et de racines d'un peuple. En Europe, la reconnaissance des produits du terroir est traduite par les Appellations d'Origine. Cependant, cette reconnaissance n'existe pas sur le plan mondial. Lors de la rencontre internationale « planète terroir », l'association Terroirs et Cultures française a défendu la position des terroirs comme des patrimoines, au même titre que des paysages remarquables ou des œuvres humaines de valeurs. (Association Terroirs et Cultures 2005)

Une reconnaissance d'appellation d'origine est par conséquent consacrée à un produit, dont les caractéristiques sont liées à une origine géographique. De plus, ce produit doit avoir une notoriété établie. (INAO, 2009)

La reconnaissance du lien au terroir est essentielle, par exemple : « la jutosité d'une pomme est due au fait que l'arbre pousse sur tel type de sol et dans des conditions climatiques particulières, ou que les lentilles vertes du Puy doivent leur couleur au micro-climat de la région qui les fait sécher avant qu'elles ne parviennent à maturité. » (Barjolle D, 1998)

De nombreux produits bénéficient d'une labellisation suite à leur lien au terroir.

3 Objectifs

L'objectif principal de ce travail consiste à caractériser le terroir des peuplements d'ylang-ylang sur l'île de Mayotte.

Pour ce faire, un travail d'investigation cartographique de l'île devra être mis en place afin d'étudier des conditions géomorphologiques de l'île de Mayotte. Ce travail permettra de caractériser éventuellement l'île à partir de régions spécifiques (appelées land units) et de décrire ces dernières. Au vu du temps imparti pour ce travail, nous essayerons de nous concentrer sur certaines régions spécifiques.

D'après les connaissances obtenues, le second objectif est de mettre en parallèle ces résultats avec les données existantes sur la qualité des huiles de ces peuplements.

Ceci permettra de connaître l'éventuel impact de facteurs environnementaux sur la qualité de l'huile essentielle d'ylang-ylang à différentes échelles :

- à un niveau intraparcellaire ?
- entre plantations ?
- entre régions caractéristiques (land units) ?

4 **Matériel et méthode :**

Pour établir une logique de travail, il a été nécessaire de s'appuyer sur la version 2009 du guide du demandeur d'appellation d'origine, écrit par l'INAO. En effet, ce document est un outil méthodologique pour la rédaction d'un dossier complet, destiné à l'obtention du label AOC/AOP. Il reprend la définition du terroir, retenue dans la partie bibliographique. La sixième partie de ce document est plus qu'intéressante puisqu'elle aborde le lien avec l'aire géographique.

Les autres parties étant : 1/le nom au produit, 2/la description du produit, 3/la délimitation de l'aire géographique, 4/ les éléments prouvant que le produit est originaire de l'aire délimitée, 5/ la description de la méthode d'obtention, 7/ le nom de l'organisme de contrôle, 8/ les règles d'étiquetage et 9/ les exigences nationales éventuelles.

▪ **Le lien avec l'aire géographique :**

Trois points doivent, selon le guide, figurer dans cette partie : la spécificité de l'aire géographique, la spécificité du produit et le lien causal entre la spécificité de l'aire géographique et la qualité ou les caractéristiques du produit. (INAO 2009)

Ce travail reprend deux de ces trois points, à savoir :

○ ***La spécificité de l'aire géographique (INAO 2009):***

Dans cette partie, les facteurs humains et naturels sont présentés. Les facteurs humains sont décrits par l'antériorité du produit, son histoire et ses itinéraires techniques. Quant aux facteurs naturels, ils sont décrits via la caractérisation du sous-sol, du sol, de la géographie de la land unit (relief, pente, etc.), le climat, la végétation, le paysage, etc.

○ ***Le lien causal entre la spécificité de l'aire géographique et la qualité ou les caractéristiques du produit (INAO 2009):***

Cette partie montre en quoi les facteurs naturels et humains de l'aire géographique contribuent aux spécificités et à la notoriété du produit. Il faut donc détailler davantage le lien au terroir, du produit.

4.1 **Caractérisation du terroir mahorais**

4.1.1 **Étude des facteurs humains :**

Rares sont les ouvrages décrivant l'histoire de la production de l'ylang-ylang à Mayotte, tout comme les évolutions techniques des matériaux de distillation et les processus de distillation. Lors d'une visite aux archives publiques de Mayotte, le constat fut qu'il n'existait aucune information concernant l'ylang-ylang. Néanmoins, certains aspects ont été traités au cours de divers travaux de recherches effectués par des étudiants dans le cadre de leurs travaux de fin d'études et par des institutions de recherches qui sont actuellement en place sur l'île. Citons notamment : le travail de fin d'études de David Ferrat sur l'avenir de la filière ylang-ylang de l'île au parfum, ou encore, le travail de recherche sur l'huile essentielle à Mayotte : constat et proposition de Chaise et Ferrat ainsi que la création de la base de données ylang de 2003 de la DAF. Mais l'information recensée n'est pas suffisante pour traiter l'étude des facteurs humains. Une série d'entrevues semi-structurées a donc été mise en place, par nos soins, durant notre séjour à Mayotte. Ces entretiens avaient, comme but, des thèmes ciblés, définis au préalable :

- L'origine de l'ylang-ylang et son arrivée à Mayotte.
- Les sociétés coloniales : la vie au temps de la Bambao et son retrait de l'île.
- Le fonctionnement du travail dans les plantations et la distillation.

Une fois un des thèmes lancé, la personne rencontrée avait la liberté de s'exprimer par rapport au sujet. La discussion était ouverte, mais dirigée. Quelques questions clés ont été systématiquement posées à la fin de chaque entrevue telles que :

- Faut-il, selon vous, protéger cette culture ?
- Quel est, selon vous, l'avenir de l'ylang-ylang à Mayotte ?

Ces personnes avaient été, au préalable, ciblées :

- Un chercheur du CIRAD à Mayotte, Danflous J-P., pour ses recherches sur l'ylang-ylang.
- L'ancien gestionnaire de la plantation Guerlain, monsieur Frey, pour son expérience et sa passion de l'ylang-ylang.
- L'ancien trésorier de la société Bambao à Mayotte, monsieur Rama, pour ses connaissances sur l'ylang-ylang et son vécu au sein cette société coloniale.
- Un ancien producteur d'ylang-ylang, monsieur Avisse, pour avoir travaillé au temps de la société Bambao et avoir reconverti ses terres pour l'élevage bovin.
- Le dernier collecteur d'huile essentielle d'ylang-ylang à Mayotte, monsieur Oheix.

De plus, afin de retracer le savoir-faire mahorais, une journée a été dédiée à l'observation d'une distillation d'ylang-ylang auprès d'un producteur-distillateur.

4.1.2 Étude des facteurs naturels :

4.1.2.1 Cartographie des land units :

Un travail cartographique a été réalisé dans le but de caractériser et sélectionner des régions représentatives de l'île de Mayotte, pour y établir l'analyse de terrain.

Pour y parvenir, trois supports ont été utilisés :

- La carte géologique de Mayotte, à l'échelle 1/50.000, (Stieltjes 1979). Cette carte a pu être analysée en format papier ainsi qu'en format SIG⁸.
- La carte morphopédologique et des propositions d'affectation des terres de Mayotte, à l'échelle 1/50.000, (Latrille 1981). Cette carte a également pu être analysée en format papier ainsi qu'en format SIG.

Synthèse des données géologiques :

Au début du séjour, notre travail s'est prioritairement attaché à analyser la carte géologique de Mayotte, afin de mettre en évidence, les grands ensembles géologiques présents sur l'île. Les formations géologiques ont été regroupées selon leurs roches :

- *Altérations* : comprenant les altérations fumeroliennes et les altérites ferrallitiques.
- *Anneaux de pyroclastiques trachytiques*.
- *Basaltes* : comprenant les deux types de basaltes ankaramitiques, les basaltes altérés, les basaltes hornblendes et les basaltes néphélinites.
- *Basanites* : comprenant les basanites essentiellement altérées et les basanites à olivine.
- *Ponces/scories/cendres* : comprenant les ponces trachytiques, les projections de cendres et les scories basaltiques.
- *Colluvions/alluvions* : comprenant les colluvions de versant, les alluvions de rivières et les plaines alluviales.
- *Matériaux littoraux* : comprenant le sable corallien, le récif corallien, les mangroves et les sables.
- *Phonolites* : comprenant les phonolites et les phonolites alcalines.
- *Laves indifférenciées de fond de vallée*.

Elles ont également été classées selon leur âge de formation (Tableau 3). Ainsi, huit grands ensembles géologiques ont été mis en évidence tels que délimités à la figure 12 et resitués par nos soins. Ces huit ensembles ont été numérotés selon leur âge croissant. Les huit unités sont représentées sur la figure 12.

⁸ Système d'information géographique.

Synthèse des données morphopédologiques :

Une fois l'interprétation de la carte morphopédologique réalisée, il a été nécessaire de regrouper les données selon les grandes unités morphologiques (Tableau 4). Ainsi, douze faciès ont été identifiés. Ils ont été classés selon leur position la plus probable dans le relief, soit du haut vers le bas (la première unité correspondant à la formation la plus jeune dans le relief).

Tableau 3 : Ensembles géologiques inspiré de Stieltjes 1979.

<i>Matériaux littoraux</i>
<i>Formations volcaniques pléistocènes ou holocène</i>
<i>Formations volcaniques pléistocènes</i>
Unité 8 : laves indifférenciées de fonds de vallée et localement, présence de ponces, scories ou cendres
Unité 7 : laves indifférenciées de fonds de vallée
Unité 6 : anneaux (?) de pyroclastiques trachytiques
Unité 5 : phonolites et colluvions/alluvions (quaternaires)
<i>Formations volcaniques pliocènes</i>
Unité 4 : phonolites et colluvions/alluvions (quaternaires)
Unité 3 : dominance de basanites
<i>Formations volcaniques mio-pliocènes et pliocènes associées</i>
Unité 2 : basaltes mio-pliocènes et basanites pliocènes (dominantes ?) avec localement, une couverture de produits d'altération
<i>Formations volcaniques mio-pliocènes</i>
Unité 1 : dominance de basaltes

Tableau 4 : Ensembles morphopédologiques inspiré de Latrille 1981

<i>Volcanisme récent</i>
Unité A : faciès de Cônes volcaniques :
<i>Volcanisme moyen</i>
Unité B : faciès Cônes volcaniques
Unité C : faciès «Croupe système»
Unité D : faciès de Pentes/Versants
Unité E : faciès de Planèzes (~ glacis, pente longue et tendue)
Unité F : faciès de Bad-lands (très ravinés)
<i>Volcanisme ancien</i>
Unité G : faciès de Reliefs résiduels
Unité H : faciès de Pentes/Versants
Unité I : faciès à Coulées boueuses
<i>Formations meubles superficielles plus récentes</i>
Unité J : faciès de Nappes de matériel pyro-clastiques à tuf
Unité K : faciès de Glacis d'épandage
Unité L : faciès de fonds de vallée, de plaines, de mangroves.

Création de la cartographie des lands unit de Mayotte :

La carte finale a été obtenue en croisant les ensembles géologiques et morphopédologique ainsi réalisés à l'aide du logiciel de cartographie Quantum Gis. De là, des polygones ont été créés afin de rassembler l'information dans le but d'obtenir des land units appelées : « land unit », regroupant, l'âge géologique, le type de géologie en présence sur l'île et le faciès.

4.1.2.2 Travail de terrain

Sites d'étude :

Notre étude a été réalisée à Mayotte sur une période de trois mois. Elle s'est déroulée du 15 février au 15 mai 2010, au cours de la saison des pluies. Le sol était, par conséquent, relativement humide et la végétation luxuriante.

Quatre land units, ont été retenues. Les critères de choix de ces land units sont expliqués dans la partie résultat. Elles sont représentées en couleur sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable..** Au sein de chacune d'entre elles, trois plantations d'ylang-ylang ont été sélectionnées. Deux de ces trois plantations ont fait l'objet d'une analyse de sol globale en laboratoire (triangle sur la Figure 11). Pour la dernière, une analyse de sol est réalisée par ensemble considéré comme homogène de part le relief au sein de la plantation (carré sur la Figure 11). Le but étant d'étudier l'hétérogénéité interne de la plantation.

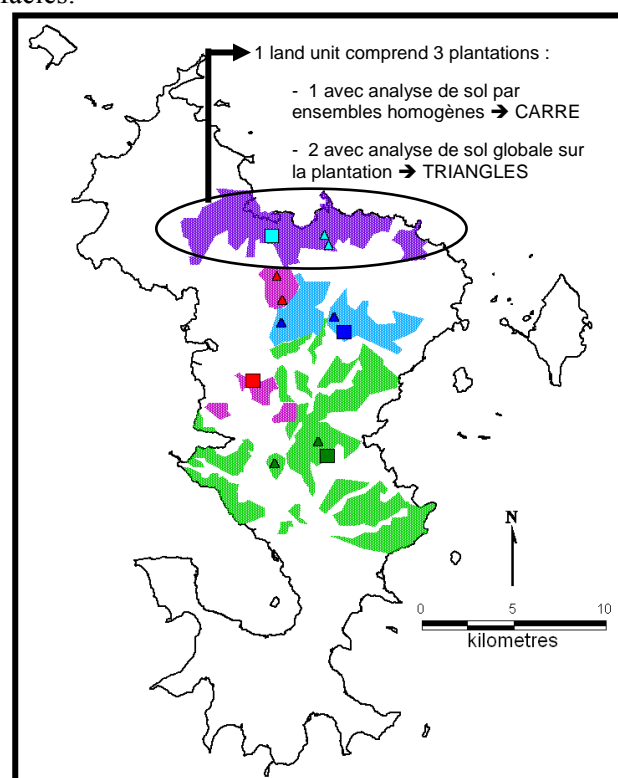


Figure 11 : Illustrations des lands unit sélectionnés et des plantations retenues.

Étude du terroir mahorais à l'échelle des Land unit :

Les land units ont été observées sur le terrain, au cours de notre phase de reconnaissance en voiture. Néanmoins, au vu de leurs étendues et de la végétation luxuriante, elles ont majoritairement été décrites sur base d'une interprétation cartographique.

Les fonds cartographiques utilisés sont :

- L'orthophotoplan de Mayotte datant de 2007.
- Le modèle numérique de terrain de Mayotte datant de 2010. (DAF 2010)
Les couches cartographiques utilisées sont la couche du relief et des pentes.
- La version SIG de la carte géologique de Mayotte. (BRGM 2010)
- La version SIG de la carte morphopédologique de Mayotte. (BRGM 2010)

Les bases de données utilisées et retenues pour la réalisation de l'interprétation cartographique sont principalement: l'écologie, l'hydrographie, l'habitat, les infrastructures et les données ylang de Mayotte. Ces données sont également au format SIG. L'ensemble de ces données a été transmis par le BRGM et la DAF de Mayotte. Le détail de ces bases de données est fourni dans le tableau présent à l'annexe 1.

Chaque land unit a été décrite sur base des paramètres suivants :

- La géologie.
- La morphopédologie.
- Le relief.
- L'hydrographie.

Étude du terroir mahorais à l'échelle des plantations d'ylang-ylang :

• *Localisation des plantations*

La position de cinq plantations était connue avant la phase de terrain. Ces plantations ont été retenues parce que les données sur la composition chimique des huiles pour ces dernières étaient déjà à notre disposition. Par ailleurs, il fut nécessaire d'opérer en plusieurs phases de reconnaissance afin de localiser d'autres plantations d'ylang-ylang. Sur le terrain, les points de coordonnées GPS de chaque nouvelle plantation repérée ont été encodés à l'ordinateur. Ensuite, ils étaient incorporés à la carte des land units afin de localiser les plantations dans le land unit approprié.

• *Étude de la parcelle au sein du paysage*

Avant de procéder à l'étude des paramètres environnementaux de chaque plantation, il nous a semblé opportun d'étudier la parcelle au sein de son environnement. Tout d'abord, les plantations ont été observées au sein du paysage global. Pour ce faire, une phase d'observation et un parcours de l'ensemble de la zone proche de la plantation, ont été effectués. Dans un deuxième temps, des schémas ont été réalisés, représentant la parcelle ainsi que la végétation et le relief entourant la plantation. Dans un troisième temps, l'hétérogénéité de la parcelle a été également observée. L'objectif étant de scinder, cette aire, en sous-ensembles homogènes de par le relief présent, la végétation, la disposition et l'âge des ylang-ylangs. Dès lors, chaque ensemble a pu être étudié individuellement.

• *Étude des paramètres environnementaux de chaque ensemble homogène*

Tout d'abord, un relevé GPS de chaque sous-parcelle a été réalisé. Ces relevés ont permis de repositionner les plantations sur la carte. L'altitude a également été mesurée. En présence d'une pente, l'utilisation d'un clinomètre fut nécessaire, dans le but, de visualiser son pourcentage. Une boussole a été utilisée pour connaître l'orientation de cette dernière. Enfin, une observation de la végétation présente sur le site et une identification de cette dernière ont pu être faites lorsque cela était possible.

L'environnement a été décrit à l'aide d'une fiche «sondage » présentée en annexe 2.

Un sondage descriptif a également été réalisé dans chaque ensemble, permettant de mettre en évidence, les différents horizons de sol présents, le pH, la stabilité structurale, la texture et la structure

du sol. ce sondage a été effectué à l'aide d'une tarière. La fiche de sondage se trouve à l'annexe 2. Le pH a été mesuré sur le terrain à l'aide d'un kit pH. Enfin, la stabilité du sol a été quantifiée, à l'aide d'un test simple, réalisé sur le terrain. Ce test consiste à établir le temps de désagrégation du sol plongé dans un récipient d'eau.

La Figure 12 nous donne la codification utilisée dans les fiches sondage.

<u>Résistance</u> :	1 = facile / 2 = normal / 3 = difficile	
<u>Comportement</u> :	1 = moulage / 2 = structuré / 3 = meuble	
<u>Humidité</u> :	1 = frais / 2 = structuré / 3 = meuble	
<u>Texture</u> :	ALO = Argile lourde	L = Limon
	A = Argile	LS = Limon sableux
	AL = Argile limoneuse	SL = Sable limoneux
	AS = Argile sableuse	S = Sable
	LA = Limon argileux	NID = Non identifié
<u>Taches</u> :		
	Abondance (A) : 1 = absent / 2 = peu / 3 = nombreuses / 4 = très nombreuses	
	Netteté (Ni) : 1 = très nettes / 2 = nettes / 3 = diffuses	
<u>Charge</u> :		
	Abondance (A) : 1 = absence / 2 = < 15% / 3 = 15 – 50% / 4 = > 50 %	

Figure 12 : Codification des fiches sondage.

- *Prélèvement d'échantillons composites*

L'échantillon composite est un échantillonnage de la surface du sol. Le sol est prélevé sur une profondeur de 20 cm.

Comme vu plus haut, trois plantations au sein de chaque land unit, ont été sélectionnées. Parmi ces trois plantations, deux d'entre elles ont été étudiées sur base d'un échantillonnage composite global de la parcelle. Notre objectif étant de tester la fertilité de cette dernière et la variabilité interparcelle. Les abords de la plantation n'ont pas été prélevés afin d'éviter l'effet lisière. La troisième plantation a subi une prise d'échantillons sur chaque sous-parcelle afin d'étudier la variabilité de la fertilité du sol au niveau intraparcelle. Les échantillons ont été séchés, à l'air libre, émottés et tamisés à 2 mm. Les distillations d'huile essentielle se sont faites sur base de la même réflexion. Ainsi, dans les deux premières parcelles, une distillation a été réalisée sur base de la récolte de fleur effectuée sur l'ensemble de la plantation. Pour la troisième plantation, la distillation s'est faite sur base des fleurs récoltées sur chaque ensemble homogène. Les différentes distillations ont été réalisées par Céline Benini.

- *Prélèvement d'échantillons de profondeur*

L'échantillon de profondeur consiste à prélever le sol à la tarière à une profondeur de plus de 30 cm. Ce prélèvement s'est réalisé dans quatre des cinq plantations où l'étude de la fertilité du sol s'est déroulée à l'échelle des sous-parcelles. Afin de rester cohérent dans la comparaison de ces échantillons ; chacun d'entre eux a été réalisé en bas de pente. La profondeur de la cinquième plantation était insuffisante pour le prélèvement.

- *Cartographie des plantations :*

Les plantations étudiées ont été localisées dans un système cartographique, à l'aide des coordonnées GPS, de l'orthophotoplan et de la base de données hydrographiques de Mayotte. Une fois ce travail effectué, des polygones ont été créés, représentant ces plantations sur le fond cartographique du relief, issu directement du modèle numérique de terrain. Dès lors, les plantations cartographiées ont pu, grâce à la collaboration de la cellule cartographique de la DAF, être identifiées sur les différents fonds cartographiques du modèle numérique de terrain construit en 2010. Les cartes suivantes ont été obtenues:

- Les plantations localisées sur un modèle en trois dimensions de Mayotte.
- Une carte représentant l'exposition de la plantation.
- Une carte représentant le relief de la plantation.
- Une carte représentant les pentes de la plantation.
- Une carte représentant la hauteur des arbres de la plantation.

4.1.3 Analyses chimiques du sol :

Tous les échantillons de sol ont été traités par le Centre Provincial de l'agriculture et de la Ruralité de La Hulpe. Les analyses demandées sont :

- Le phosphore, le potassium, le magnésium, le sodium et le calcium pour les éléments disponibles.

Ces éléments ont été traités par saturation à l'acétate ammonique + EDTA II à pH 4,65.

- Le pH KCL 1N.
- Le carbone organique, l'azote et le rapport C/N pour la matière organique.

Le carbone organique total a été déterminé par la méthode Walkley Black. L'azote a quant à lui été mesuré par la méthode Kjeldhal

4.1.4 Analyses statistiques :

Au vu des résultats d'analyse chimique du sol, deux classifications hiérarchiques ont été réalisées. La classification s'est faite à l'aide du logiciel Minitab15 par le calcul des distances euclidiennes et l'utilisation du théorème de Ward. Ce dernier étant le mieux adapté à l'étude de données quantitatives. L'objectif est d'identifier des groupes de sol. La première classification s'est faite sur base des analyses effectuées à l'échelle intraparcellaire, l'autre sur base des analyses effectuées à l'échelle interparcellaire.

4.2 Caractérisation de l'impact des paramètres environnementaux et du type de sol sur la qualité de l'huile essentielle d'ylang-ylang.

Cette caractérisation s'est faite à deux niveaux d'échelle :

- L'intraparcellaire vise à étudier la variabilité des huiles essentielles au sein des plantations. Les sous-parcelles étudiées et leur huile essentielle proviennent des plantations PL-1-C1, PL-4-C7, PL-7-D1 et PL-10-I1.
- L'interparcellaire vise à étudier la variabilité des huiles essentielles entre les plantations. Les huiles essentielles proviennent des plantations étudiées dans leur globalité : PL-2-C1, PL-3-C1, PL-5-C7, PL-6-C7, PL-8-D1, PL-9-D1, PL-11-I1 et PL-12-I1.

Les paramètres environnementaux et les groupes de sol pris en considération dans cette partie sont ceux mis en évidence au cours de la première phase du travail.

Les données chimiques des huiles essentielles concernées ont été fournies par la doctorante du projet pour mener à bien cette étude. Quatre fractions d'huiles essentielles ont été récoltées. L'étude analysera par conséquent ces quatre fractions.

4.2.1 Analyses statistiques :

4.2.1.1 Étude de la variabilité intraparcellaire :

Une analyse en composante principale a été réalisée à l'aide du logiciel Minitab15 pour les quatre fractions d'huile récoltée. Cette analyse permet d'illustrer la variabilité des huiles essentielles d'ylang-ylang. Les résultats obtenus ont été mis en graphique à l'aide d'un nuage de point (scatterplot).

Les composés chimiques ont été, pour chaque fraction et pour chaque sous-parcelle, mis en graphique à l'aide d'un histogramme. Ce dernier vient compléter l'information de l'ACP.

4.2.1.2 Étude de la variabilité interparcellaire :

Les analyses effectuées pour cette étude sont identiques à celles effectuées à l'échelle intraparcellaire. De plus, une classification hiérarchique a été effectuée sur base du calcul des distances euclidiennes et du théorème de Ward afin de déterminer des groupes d'huile proches. Le détail de cette analyse se trouve à l'annexe 7. Ces classifications ont été réalisées à l'aide du logiciel Minitab15.

5 Résultats

5.1 Caractérisation du terroir mahorais.

La spécificité de l'huile essentielle de Mayotte est revendiquée depuis le commencement par les senteurs. Nous retiendrons ces quelques phrases de Guerlain, en réponse à : « Pourquoi cette qualité ici ? » (En parlant de Mayotte), lors d'une entrevue pour Mayotte magazine (Lafond 2010) :

« Les conditions climatiques nécessaires à la culture de cette fleur, ainsi qu'à la vanille, sont idéales. Il en est de l'Ylang comme du vin : il y a des bons et mauvais crus. Ici, c'est le meilleur. »

5.1.1 Étude des facteurs humains

5.1.1.1 *Approche historique de la production de l'huile essentielle d'ylang-ylang.*

Selon les auteurs Journet et l'association des naturalistes de Mayotte et les personnes interviewées, Rama M., Danflous J-P. et Oheix C., l'ylang-ylang trouve son origine dans une land unit située en Asie du sud-est : les Philippines. Cet arbre provient donc des forêts humides de cette région. « L'ylang-ylang » vient du malais et signifie : « fleurs des fleurs ».

L'histoire de la fin de la production d'ylang-ylang aux Philippines est étrangement similaire à la situation de la filière Ylang que nous pouvons observer aujourd'hui à Mayotte. En effet, les Philippines appartenaient à l'Espagne. Lors de la guerre entre l'Amérique et l'Espagne, le niveau de vie aux Philippines a augmenté. S'en est suivi la chute de l'exportation de l'ylang-ylang, faute de pouvoir payer les travailleurs et rentabiliser la production d'ylang face à la concurrence sur le marché. En 1932, la filière ylang s'est arrêtée. (Oheix 2010)

L'ylang-ylang fut importé dans l'océan Indien dans les années 1850.

D'après l'association des naturalistes de Mayotte et les dires de Monsieur Oheix, dernier collecteur d'huile essentielle d'ylang-ylang à Mayotte, cet arbre à parfum aurait été introduit à la Réunion aux alentours de 1850-1855. Néanmoins, les conditions climatiques sur cette île ne furent pas optimales, notamment trop de vent. C'est pourquoi l'ylang-ylang a fait son apparition à Madagascar et aux Comores.

Une question reste malheureusement sans réponse... *D'où proviennent les pieds d'ylang-ylang introduits à Mayotte ?* Les avis divergent entre la Réunion, Madagascar ou les Comores. L'ancien trésorier de la Bambao, monsieur Rama sous-tend, que les pieds d'ylang-ylang de Mayotte proviennent « d'Afrique ». Personne ne connaît réellement la réponse à cette question.

Monsieur Rama nous a permis de retracer l'histoire de l'ylang-ylang à cette époque.

Selon ce dernier, l'arbre à parfum fut introduit à Mayotte vers 1955. Les premières distillations débutèrent en 1958. Cette culture de rente a remplacé une autre culture bien connue : la canne à sucre. En 1975, au moment de l'indépendance, la Bambao a transféré ses compétences à Mayotte. Elle était implantée à Combani, là où se situe, aujourd'hui, le site militaire, ainsi qu'à Dzoumogné.

Elle possédait 10 alambics et avait un quota de production de 3 tonnes d'huile essentielle par mois. Le soir, un groupe de travailleurs faisait du repérage pour indiquer aux cueilleuses les endroits où se situaient les arbres produisant le plus de fleurs matures pour la récolte. La cueillette était le travail des femmes. Elle débutait à 5h du matin pour se terminer, au plus tard, à 9h. Toutes les fleurs étaient récoltées, puis distillées et aucun tri n'était effectué entre les fleurs matures et les non matures. La récolte pouvait s'élever à 50 kg par cueilleuse, un arbre produisant 1,5 kg de fleurs par récolte. Une quinzaine de jours était nécessaire entre deux récoltes afin de laisser à l'arbre le temps de refaire des fleurs. Les femmes amenaient leur récolte à la pesée. Elles étaient payées au poids et non à la qualité de la récolte. Les fleurs étaient distillées sur place et les bidons d'huile essentielle étaient envoyés au service de vente à Paris. Les travaux d'entretien des plantations étaient répartis entre les travailleurs

selon leur âge. Les hommes âgés de plus de 60 ans s'occupaient de l'étêtage alors que les plus jeunes étaient chargés de l'entretien des plantations. Dans les années 80, le travail manuel fut remplacé par le travail mécanique et des gyrobroyeurs étaient utilisés pour l'entretien des parcelles. A l'époque, l'avocat marron était utilisé comme bois de chauffe. C'est, entre autres pour cette raison, qu'il a été implanté à Mayotte. Il n'y avait pas de problème de déforestation à l'époque. Le bambou était utilisé comme récipient pour le semis des graines et planté avec celles-ci. Il était coupé transversalement et la graine d'ylang-ylang était placée à l'intérieur. Le tout était planté dans le sol dès l'apparition de la germination. Une fois la plantule assez grande, elle faisait exploser le récipient en bambou. Le bambou apportait, dès lors, de la matière organique à l'arbre. La récolte des graines se faisait sur les arbres à petites feuilles. En effet, deux types d'arbre sont présents à Mayotte, certains à grandes feuilles et d'autres à petites feuilles. Les arbres à grandes feuilles produisant moins de fleurs que les autres, leurs graines n'étaient pas récoltées. Ces deux types d'arbres produisaient néanmoins, selon l'ancien trésorier, la même qualité d'huile essentielle.

En 1980, la production coûtait très cher et devenait de moins en moins rentable. La société décida de vendre une grande partie de ses terres et s'orienta davantage dans la collecte des huiles recueillies directement chez le producteur. La bambao devint alors un collecteur-distillateur. La direction de la société Bambao fut transférée à Mamoudzou en 1988. Les terres ont été reprises par la collectivité en 1990-1991 et vendues à toutes personnes capables de les racheter. En 1993, un incendie ravagea les bâtiments des services fiscaux, l'entièreté des documents découlant de cette époque et de l'ylang-ylang fut détruite, ce qui explique l'absence aujourd'hui, de documents originaux, relatant l'histoire de l'ylang-ylang à Mayotte.

Le grand parfumeur Guerlain acheta le domaine de Combani en 1997 pour le revendre en 2007, sous la pression du pouvoir en place, car il ne déclarait pas ses travailleurs. D'après le chercheur Danflous J-P et monsieur Avisse, le départ de Guerlain fut une grande perte pour Mayotte et la filière Ylang. En effet, une grande part de la notoriété du marché ylang et la motivation des derniers producteurs était liée à ce domaine et à son parfumeur.

5.1.1.2 Approche sociotechnique de la caractérisation du terroir.

L'alambic ou appareil de distillation ne se situe jamais bien loin de la plantation...

Les différents types d'alambics

Il existe une évolution structurelle au sein des matériaux constituant les alambics : le cuivre, le galvas et l'inox.

Il y a une dizaine d'années, les alambics utilisés pour la distillation des fleurs d'ylang-ylang étaient en cuivre. Le cuivre donnait une coloration à l'huile essentielle d'ylang. Ensuite, sont apparus les alambics galvanisés, moins résistants dans le temps que leurs prédécesseurs. En 2009, une dizaine d'appareils de distillation en inox ont été achetés et installés par le Conseil Général. Cet apport d'appareils de distillation plus modernes visait à venir en aide à la filière. Les trois types de matériaux coexistent, aujourd'hui, à Mayotte.

Les avis divergent, quant à l'impact des matériaux utilisés pour les appareils de distillation, sur la qualité des huiles essentielles. Néanmoins, l'avis général ressortant des divers entretiens réalisés nous indique que les huiles essentielles provenant d'un appareil de distillation en galvas, sont d'une qualité inférieure. Le Tableau 5 est un comparatif des trois types d'alambic utilisés à Mayotte. Il donne un aperçu des avantages et des inconvénients selon les appareils :

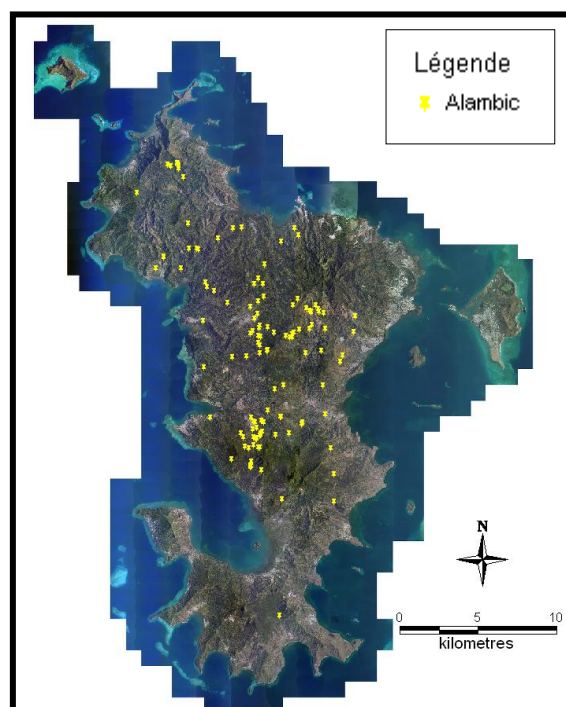


Figure 13 : Répartition des alambics sur l'île de Mayotte d'après la base de données Ylang de 2003 de la DAF.

Tableau 5 : Comparatif des trois types d'alambic coexistant à Mayotte.

	Appareil de distillation en cuivre	Appareil de distillation galvanisé	Appareil de distillation en inox
Avantages	La durée dans le temps (jusqu'à 20 ans). Meilleur conducteur de chaleur que le galva.	Coûts d'investissement faibles (environ 2000 euros)	Inoxydable
Inconvénients	Coûts d'investissement élevés.	Durée de vie courte (3-4ans) Oxydation rapide	Coûts d'investissement élevés (environ 10.000euros)
Couleur de l'huile	Ambrée	Transparente, Néanmoins, l'oxydation peut colorer l'huile.	Transparente

Les nouveaux appareils de distillation en inox sont adaptés à l'utilisation du pétrole comme combustible. Cependant, ce nouveau moyen de chauffe n'est pas utilisé par les distillateurs d'huile essentielle d'ylang-ylang, hormis par Monsieur Oheix, dernier grossiste de l'île. En effet, treize appareils de distillation de ce type ont été fournis à certains distillateurs. Malheureusement, aucun suivi quant à la manière de les faire fonctionner n'a été réalisé auprès des utilisateurs. Ces appareils de distillation sont donc, aujourd'hui, utilisés mais déposés sur un foyer au bois.

D'après Monsieur Oheix, un appareil de distillation en inox munis du combustible au pétrole est l'appareil permettant d'obtenir les meilleurs rendements et les meilleures qualités d'huile. En effet, selon lui, même avec une qualité de fleurs non optimale, il est possible d'obtenir des extra « s » et des extra sans difficulté. Cependant, il faut préciser qu'il est impératif de respecter les règles d'utilisation. En effet, remplacer le pétrole par de l'essence, pratique déjà exercée sur l'île, est excessivement dangereux, car les risques d'explosion sont élevés. Certains distillateurs n'utilisent pas cet appareil de distillation en inox car la capacité de stockage des fleurs n'est que de 80 kg par rapport au 165 kg que peut contenir un alambic en galvas. Certes, la capacité de stockage est plus faible ; toutefois, les rendements sont plus élevés et le temps de distillation plus court selon Monsieur Oheix. Ceci permet à cet appareil d'être aussi compétitif que l'ancien. Le comparatif de ces deux types de combustible est présent au Tableau 6 :

Tableau 6 : Comparatif des deux types de combustion pour les alambics.

	Types de combustible pour les appareils de distillation	
	Le bois	Le pétrole
Appareils de distillation équipés pour le combustible	Cuivre / Galvas / Inox	Inox
Avantages	Les distillateurs ont l'habitude d'utiliser ce type de chauffe. Contrairement au pétrole, les risques lors d'un non respect des consignes sont plus faibles.	La distillation s'effectue en 14h. Haut rendement (meilleur rendement qu'un appareil de distillation avec une capacité de stockage plus grande fonctionnant au feu de bois). Davantage d'extra « s » et d'extra obtenus. Réduit les effets de déforestation.
Inconvénients	La distillation s'effectue en 24h. Impossibilité de gérer la température de chauffe → moins bon rendement.	Impératif de respecter les consignes d'utilisation de l'appareil. (Ne pas remplacer le pétrole par de l'essence comme cela s'est déjà fait). Un suivi et une formation des distillateurs sont nécessaires.

Description d'un alambic et du processus de distillation mahorais :

Des règles sur le processus de distillation existent. Ces règles ont pour but d'améliorer la qualité des huiles d'ylang-ylang. Néanmoins, entre règles et pratiques, chacun adapte sa propre technique selon les aléas du site (accessibilité en eau, débit disponible, etc.) et les techniques apprises. Les techniques de distillation sont, la plupart du temps, transmises de génération en génération.

La chauffe se fait exclusivement avec du bois de récupération. Les **foyers** peuvent être de deux types : ouverts ou fermés. Aujourd'hui, la

majorité des foyers sont des foyers ouverts.

Un foyer fermé est un foyer construit en pierre sur lequel une grille est positionnée pour le bois de chauffe et le cendrier se situe en dessous de la grille. Chaque compartiment se ferme au moyen d'une porte. Ce type de foyer présente l'avantage de gérer le tirage et, par conséquent, l'intensité de chauffe.

Un foyer ouvert est un foyer muni d'un trou dans lequel le bois est posé à même le sol. Le rendement énergétique de ce foyer est plus faible que pour le foyer fermé.

L'utilisation d'un foyer ouvert peut, au vu des rendements énergétiques plus faibles, sembler être un choix inapproprié dans le processus de distillation. La raison de ce choix établi par les distillateurs provient du type d'alambics utilisés. En effet, l'alambic le plus couramment employé est l'alambic galvanisé. Par conséquent, ce dernier doit être remplacé régulièrement et le joint entre l'appareil et le foyer doit être cassé. Un foyer ouvert présente donc des facilités lors du remplacement de l'alambic.

L'intérieur de la **cucurbite** n'a subi aucune évolution au cours du temps. C'est la partie de l'alambic contenant les fleurs d'ylang-ylang. Elle se trouve sur le foyer. La raison voudrait que l'on place une grille dans cette cuve pour éviter l'immersion des fleurs dans l'eau de distillation lors de la récolte de la fraction haute. C'est que, cette grille permet un meilleur rendement de ces fractions. Néanmoins, cette pratique n'est pas appliquée à Mayotte. Cette technique demanderait aux distillateurs de vider l'alambic après la seconde fraction, pour ensuite, arrêter le feu et de remettre les fleurs à l'intérieur. La technique utilisée par les distillateurs mahorais est de passer de la 2^{ème} à la 3^{ème} fraction en ajoutant de l'eau.

Le **chapiteau** est la partie refermant la cuve.

Le **col de cygne** est la partie de l'alambic acheminant la vapeur chargée en huile essentielle, entre la cucurbite et le bac réfrigérant. Cette partie diffère du système présent à Anjouan, une des îles des Comores. En effet, le col de cygne possède des angles arrondis dans le système mahorais contrairement à des angles anguleux dans le système anjouanais. Cette différence joue en faveur du système mahorais car des angles arrondis permettent une meilleure circulation du flux de vapeur au sein du col de cygne.

La vapeur chargée en huile est acheminée dans le **bac réfrigérant**. Ce dernier est constitué en son centre, de **serpentins réfrigérants** montés en spirales. De l'eau est injectée dans le fond de la cuve pour condenser la vapeur et obtenir ainsi l'huile essentielle d'ylang-ylang. Une différence s'observe dans le débit d'eau injecté dans la cuve par les distillateurs. Cette différence est parfois liée à la difficulté d'accès à l'eau près des alambics.

Cet ensemble de données permet de mieux cerner la composition des matériaux qui façonne la construction d'un alambic mais également mieux comprendre que tous ces indicateurs vont jouer un rôle dans la manière de distiller l'huile essentielle.

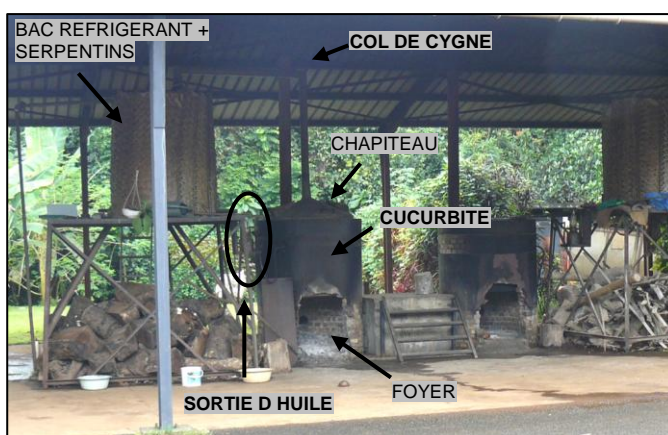


Figure 14 : Illustration de la composition d'un appareil de distillation. Cette photo représente l'alambic du domaine Guerlain. Crédit : Hick A. 2010.

Processus de distillation :



1) Récolte des fleurs.



2) Insertion des fleurs dans la cucurbite.



3) Mise en place du chapiteau.



4) Mise en place du col de cygne.



5) Appareil de distillation en place.



6) Récolte de l'huile.



7) Blocage de la sortie d'eau afin de faire remonter l'huile.



8) Mise en bouteille de l'huile essentielle récoltée.



9) Mesure de la densité à l'aide du densimètre.



10) Ajout d'eau lors du passage à la troisième fraction.

5.1.2 La filière ylang-ylang.

Les producteurs

Les producteurs sont à la base de la chaîne de production des huiles essentielles d'ylang-ylang.

A Mayotte, ils se font, de plus en plus, rares. En effet, le nombre de producteurs a chuté considérablement ces dernières années. Cette chute de production se marque dans le paysage par la disparition des plantations d'ylang au profit, le plus souvent des cultures de bananiers, plus rentables aujourd'hui. Au cours de la reconnaissance de terrain, notre observation fut manifeste sur cet arrêt de production par l'arrache de pieds d'ylang dans les plantations et le souhait émis par certains producteurs, d'arrêter les distillations et la disparition d'anciennes grandes land units de production, au profit d'installations villageoises ou de cultures de rentes.

La superficie des parcelles est variable, le nombre de pieds d'ylang-ylang, par parcelle, allant de 100 à plus de 1000. La moyenne se situant aux alentours d'un hectare. Elles sont éloignées les unes des autres.

Le travail des producteurs consiste à entretenir la parcelle. Cet entretien résulte essentiellement dans la taille des arbres. Ils gèrent également la cueillette des fleurs, travail réalisé majoritairement par les femmes, et la distillation.

Les relevés menés par la DAF (Figure 15), nous apprennent que 57% des producteurs avaient, en 2003, plus de 50 ans. Les jeunes producteurs, âgés de moins de 30 ans ne représentant que 2% des détenteurs de plantations. Ces chiffres ont été obtenus à partir de la date de naissance de 414 producteurs. Ces chiffres nous indiquent un vieillissement des producteurs d'ylang. Les nouvelles générations ne sont pas intéressées par la reprise de ce marché. Ce constat est sans nul doute une des causes du déclin de la filière Ylang.

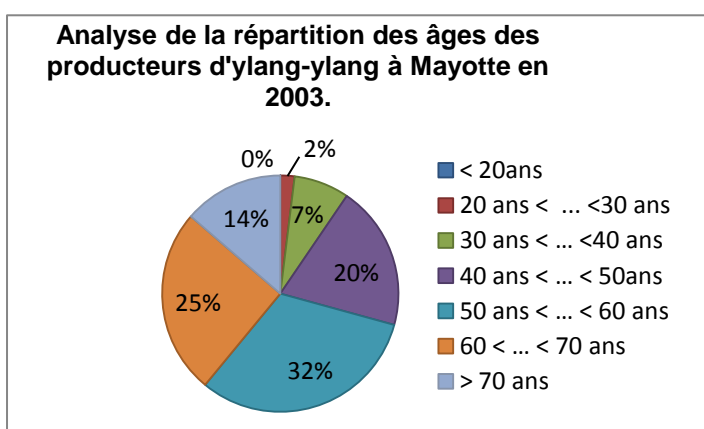


Figure 15 : Répartition des âges des producteurs d'ylang-ylang à Mayotte, en 2003. Source : DAF 2003.

Les grossistes

Quatre grossistes se partageaient le marché de l'ylang-ylang à Mayotte (Figure 16).

En 2010, seule la famille Oheix perdure comme grossiste sur l'île. Pourtant, cette famille aspire à prendre sa retraite après plus de 26 ans consacrés à la collecte et la revente des huiles essentielles. Que sera l'avenir de la filière ? Si personne ne s'engage à reprendre le relais. Ce sera la fin de la filière ylang à Mayotte. Pour eux, Mayotte est déjà, à l'heure actuelle, rayée des exportateurs d'huiles essentielles d'ylang-ylang. Le tableau 8 montre le déclin et la disparition progressive des grands collecteurs de Mayotte.

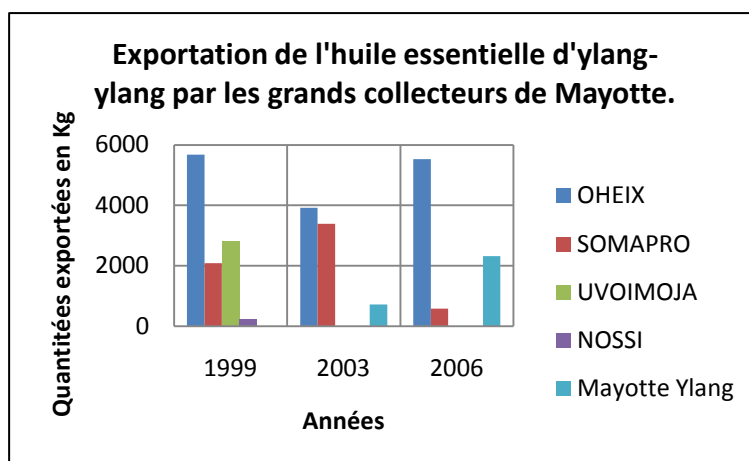


Figure 16 : Exportation de l'huile essentielle d'ylang-ylang à Mayotte via les collecteurs.
Source : DAF 2003.

L'exportation

D'après la Figure 17, les exportations d'huiles essentielles de Mayotte sont en constante diminution, avec, pour certaines années un pic de production. Le pic de production en 2000 s'explique par la situation politique particulièrement instable de l'île d'Anjouan et aux cyclones ayant frappé Madagascar et diminuant, de ce fait, la concurrence sur le marché mondial.

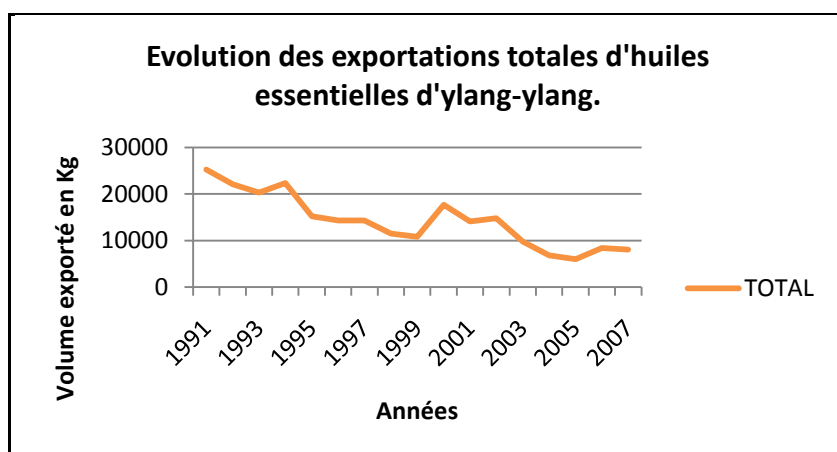


Figure 17 : Evolution des exportations d'huile essentielle d'ylang-ylang à Mayotte. Source : DAF 2003.

Mayotte exporte principalement la troisième fraction d'huile essentielle d'ylang-ylang. Vient ensuite l'extra. L'extra S, représentant la meilleure fraction, étant très difficile à obtenir au cours du processus de distillation.

Gestion de la filière

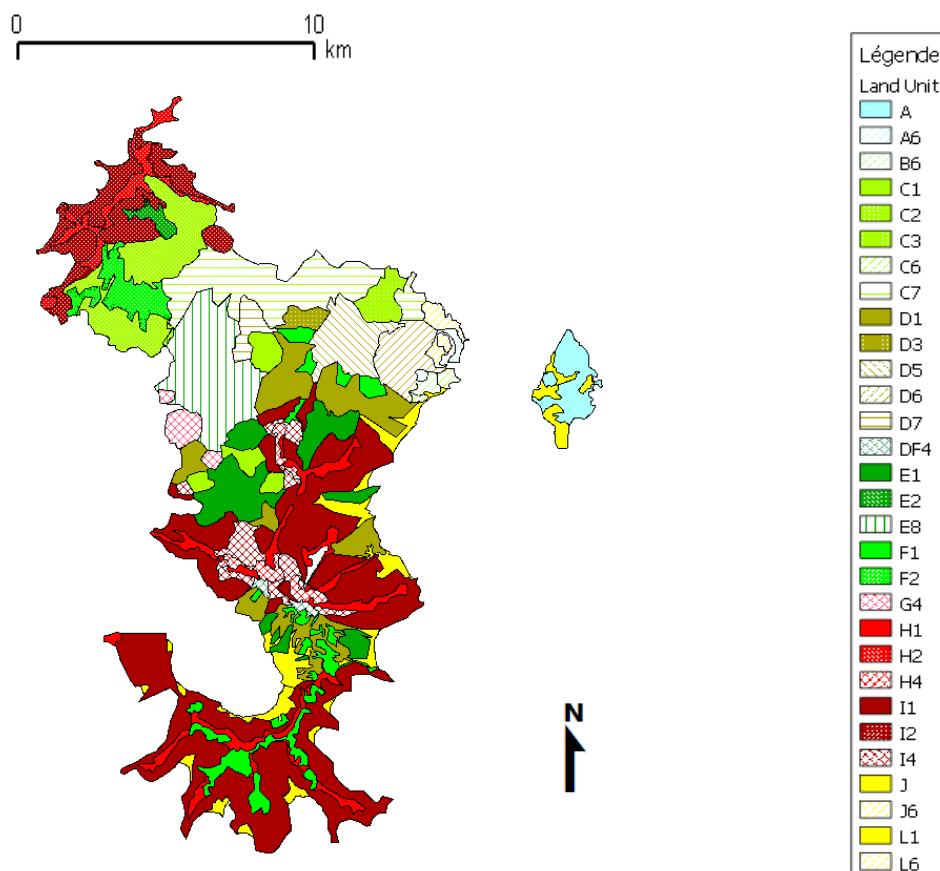
Une critique, entendue plusieurs fois lors de nos conversations sur l'avenir de la filière ylang à Mayotte, repose sur un manque de suivi de cette filière.

En effet, la non-présence d'un technicien spécialisé permettant d'orienter au mieux les producteurs d'ylang-ylang est une des conséquences à la non-optimisation de la qualité des huiles sortant des alambics des producteurs.

Une seconde critique est sans doute l'absence de suivi des opérations subventionnées. En effet, il est triste de constater que les producteurs ne savent pas utiliser les alambics en inox, s'utilisant au pétrole, et qui sont fournis par la communauté.

5.1.3 Etude des facteurs naturels

5.1.3.1 Délimitation des land units.



Trente land units ont été mis en évidence par l'interprétation des cartes géologique et morphopédologique de Mayotte (Figure 18). La légende est reprise au Tableau 7. Les land units correspondent à des régions caractéristiques du territoire, regroupant : l'âge géologique, le type de géologie présent et le faciès de l'île de Mayotte.

5.1.3.2 Etude du terroir mahorais à l'échelle des land units.

Land units étudiées :

La suite de ce travail va se concentrer sur la description de quatre d'entre elles : C1, C7, D1 et I1 (Figure 19). Ces quatre unités ont été choisies car :

- **C1** : volcanisme moyen : faciès « Croupe système » - dominance de basaltes.

Il regroupe la plantation de Kahani dont des données chimiques sont connues. De plus, la partie Nord de cette land unit comprend une partie de la piste combani-bouhouni, ancienne grande land unit de culture d'ylang-ylang.

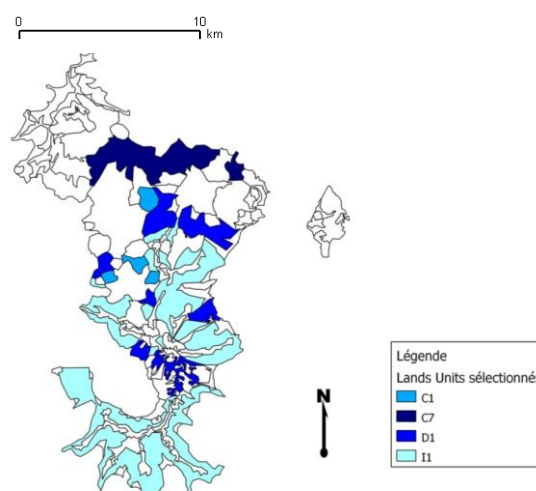


Tableau 7 : Signification de la légende des land units.

A. : Volcanisme récent : faciès de Cônes volcaniques
A.6 : Volcanisme récent : faciès de Cônes volcaniques - anneaux de pyroclastiques trachytiques
B.2 : Volcanisme moyen : faciès Cônes volcaniques - basaltes Mio-pliocènes et basanites Pliocènes avec localement, une couverture de produits d'altération
C.1 : Volcanisme moyen : faciès «Croupe système» - dominance de basaltes
C.2 : Volcanisme moyen : faciès «Croupe système» - basaltes Mio-pliocènes et basanites Pliocènes avec localement, une couverture de produits d'altération
C.3 : Volcanisme moyen : faciès «Croupe système» - dominance de basanites
C.6 : Volcanisme moyen : faciès «Croupe système» - anneaux de pyroclastiques trachytiques
C.7 : Volcanisme moyen : faciès «Croupe système» - laves indifférenciées de fonds de vallées
C.8 : Volcanisme moyen : faciès «Croupe système» - laves indifférenciées de fonds de vallées et localement, présence de ponces, scories ou cendres
D.F.1 : Volcanisme moyen : faciès de Pentes/Versants + faciès de Bad-lands (très ravinés),
D.1 : Volcanisme moyen : faciès de Pentes/Versants - dominance de basaltes
D.3 : Volcanisme moyen : faciès de Pentes/Versants - dominance de basanites
D.5 : Volcanisme moyen : faciès de Pentes/Versants - phonolites et colluvions/alluvions (Quaternaires)
D.6 : Volcanisme moyen : faciès de Pentes/Versants – anneaux de pyroclastiques trachytiques
D.7 : Volcanisme moyen : faciès de Pentes/Versants - laves indifférenciées de fonds de vallées
E.1 : Volcanisme moyen : faciès de Planèzes (~ glacis, pente longue et tendue) - dominance de basaltes
E.8 : Volcanisme moyen : faciès de Planèzes (~ glacis, pente longue et tendue) - laves indifférenciées de fonds de vallée et localement, présence de ponces, scories ou cendres
F.H.1 : Volcanisme moyen : faciès de Bad-lands (très ravinés), appelé « padzas » à Mayotte + Volcanisme ancien : faciès de Pentes/Versants – dominance de basaltes
F.1 : Volcanisme moyen : faciès de Bad-lands (très ravinés), appelé « padzas » à Mayotte - dominance de basaltes
F.2 : Volcanisme moyen : faciès de Bad-lands (très ravinés), appelé « padzas » à Mayotte - basaltes Mio-pliocènes et basanites Pliocènes avec localement, une couverture de produits d'altération
G.8 : Volcanisme ancien : faciès de Reliefs résiduels - laves indifférenciées de fonds de vallée et localement, présence de ponces, scories ou cendres
H.1 : Volcanisme ancien : faciès de Pentes/Versants - dominance de basaltes
H.2 : Volcanisme ancien : faciès de Pentes/Versants - basaltes Mio-pliocènes et basanites pliocènes avec localement, une couverture de produits d'altération
I.1 : Volcanisme ancien : faciès à Coulées boueuses - dominance de basaltes
I.2 : Volcanisme ancien : faciès à Coulées boueuses - basaltes Mio-pliocènes et basanites pliocènes avec localement, une couverture de produits d'altération
I.4 : Volcanisme ancien : faciès à Coulées boueuses - phonolites et colluvions/alluvions (Quaternaires)
J. : Formations meubles superficielles plus récentes : faciès de Nappes de matériel pyro-clastiques à tuf
J.4 : Formations meubles superficielles plus récentes : faciès de Nappes de matériel pyro-clastiques à tuf – phonolites et colluvions/alluvions (Quaternaires)
K.1 : Formations meubles superficielles plus récentes : faciès de Glacis d'épandage - dominance de basaltes
L.1 : Formations meubles superficielles plus récentes : faciès de fonds de vallées, de plaines, de mangroves - dominance de basaltes
L.6 : Formations meubles superficielles plus récentes : faciès de fonds de vallées, de plaines, de mangroves – anneaux pyroclastiques trachytiques

- **C7** : volcanisme moyen : faciès « Croupe système » - laves indifférenciées de fonds de vallée.

Il regroupe la plantation de Bouhouni dont des données chimiques sont connues. Aussi, selon les tests chimiques et un senteur, cette région présente hypothétiquement la meilleure qualité.

- **D1** : volcanisme moyen : faciès de Pentes/Versants - dominance de basaltes.

Il regroupe la plantation de Vahibé dont des données chimiques sont connues. Par ailleurs, c'est l'un des pôles de culture de l'ylang-ylang.

- **I1** : volcanisme ancien : faciès à Coulées boueuses - dominance de basaltes.

Il regroupe la plantation de Mavingoni dont des données chimiques sont connues. C'est également l'un des pôles de culture de l'ylang-ylang. Toutefois, cette land unit est la plus étendue sur l'île.

Comparaison des différentes land units étudiées :

Tableau 8 : Tableau comparatif des quatre land units étudiées.

Land Unit		C1	C7	D1	I1
Géologie	Age	Mio-pliocène	Pléistocène	Mio-pliocène	Mio-pliocène
	Roches	Basaltes	Laves	Basaltes	Basaltes
Morphopédologie	Volcanisme	Moyen	Moyen	Moyen	Ancien
	Unité morphologique	Croupe	Croupe	Crête	Coulée boueuse
	Sol	Ferrallitique remanié	Ferrallitique remanié	Brun évolué tropical	Brun évolué tropical, localement ferrallitique remanié
	Proposition d'affectation des terres de Latrille	Cultures arbustives et arborées	Cultures arbustives et arborées	Forêts	Cultures arbustives et arborées
Relief	Altitude	30 à 170m	0 à 80m	70 à 400m	0 à 400m
	Pente	5 à 20% Varie sur de courtes distances	0 à 20% Varie sur de courtes distances	5 à 35% Varie sur de très courtes distances	5 à 15% Ne varie pas sur de courtes distances
Hydrographie		3 cours d'eau	11 cours d'eau	5 cours d'eau	8 cours d'eau
Précipitations		Les plus élevées : 1675mm/an	Un gradient O-E et présent passant de 1525 à 1333 mm/an. Il pleut plus à l'ouest de C7 !	Un gradient résultant du relief est présent : 1487 à 1347 mm/an Il pleut plus dans les hauteurs !	1465 mm

- *Géologie :*

Nous observons que d'un point de vue géologique, les land units C1, D1 et I1 sont identiques. Elles sont caractérisées par une formation de basaltes datant du Mio-pliocène. Cette formation géologique est plus ancienne que celle rencontrée dans la land unit C7. Cette dernière est caractérisée par des laves indifférenciées de fond de vallées, formée au Pléistocène. Les bords de mer de la land unit C7 sont quant à eux, constitués d'alluvions.

- *Morphopédologie :*

Nous observons que d'un point de vue morphopédologique, les land units C1 et C7 sont identiques. Ces deux land units sont issues de la seconde phase du volcanisme de l'île : le volcanisme moyen. L'unité morphopédologique est représentée par des croupes. Cette land unit est une land unit peu

érodée, les padzas y sont rares. Les sols rencontrés au sein de cette land unit sont des sols ferrallitiques remaniés. Ils sont issus d'un remaniement ancien par des coulées boueuses. De la gibbsite est présente dans les horizons A et B. Cette land unit serait, d'après la proposition d'affectation des terres de Latrille 1981, une région dédiée de préférence aux cultures arbustives et arborées. La land unit C1 se situe à l'Ouest de l'île de Mayotte, là où le relief montagneux est moins marqué. L'altitude varie tout de même de 30 à 170 mètres. Les pentes varient entre 5 et 20%. La région constituant la land unit C7 représente l'extrémité Nord-Est de l'île de Mayotte. Elle est comprise entre les différents points culminant du Nord de l'île, le mont M'tsapéré et le mont Digo et l'océan Indien. Le relief est moins marqué que dans les autres land units, avec des pentes s'inscrivant de 0% à 20%. Se situant près du niveau de la mer, l'altitude varie entre 0 à 80 mètres et peut atteindre les 120 mètres dans le sud de la land unit.

La land Unit D1 est située entre trois monts : le mont M'tsapéré au Nord, culminant à 572 m, le mont Combani au Sud-Ouest, culminant à 477m et le mont Maeva Duani au Sud-Est, culminant à 449m. Cette région se situe de part et d'autre d'une crête reliant le mont Mtsapéré et le mont Combani. La land unit est, par conséquent, caractérisée par un milieu en pente. Cette pente varie sur de courtes distances et se situe globalement entre 5 et 35%. Elle est, elle aussi, issue de la seconde phase du volcanisme de l'île. Néanmoins, nous observons qu'elle se différencie des deux autres par son uniformité morphopédologique, notamment, des crêtes. Des padzas sont forts présents. Le matériel originel rencontré est constitué d'altérites ferrallitiques tronquées et remaniées en surface. Le type de sol caractéristique de cette land unit est un sol brun évolué tropical. La brunification est plus ou moins évoluée selon l'âge du décapage et du remaniement de la land unit. Cette land unit serait, d'après la proposition d'affectation des terres de Latrille, une région dédiée de préférence aux forêts.

La Land Unit II est issue de la première phase du volcanisme de l'île : le volcanisme ancien, en amphithéâtre. L'unité morphopédologique représentant cette région est la coulée boueuse. Des blocs de basaltes sont présents à la surface sur toute la land unit. Leurs dimensions varient généralement de 20 à 100 cm. Les sols présents dans cette land unit, sont des sols ayant subi de forts remaniements suite aux coulées boueuses. Ils correspondent à une mosaïque de sols bruns évolués tropicaux et de sols ferrallitiques avec néanmoins une dominance des sols bruns évolués tropicaux. Cette land unit serait, d'après la proposition d'affectation des terres de Latrille, une région dédiée de préférence aux cultures arbustives et arborées, tout comme pour les lands unit C1 et C7. Le relief de la land unit II, de par son emprise sur de nombreux endroits de l'île, est très variable quant à l'altitude. En effet, nous pouvons retrouver des altitudes variant entre 0 et 400 mètres. Néanmoins, un point commun entre chaque sous parcelle est à mettre en évidence au niveau des pentes : cette land unit est caractérisée par un pourcentage de pente constant sur l'ensemble de la land unit. Cette caractéristique la différencie ainsi des autres land units qui présentaient de fortes variations de pente sur de très courtes distances. Les pentes sont toujours entre 5 et 15%.

- *Les précipitations :*

Les histogrammes des précipitations ont été réalisés à partir du cumul des précipitations de 1996 à 2007 des stations pluviométriques de la DAF (Figure 20).

En saison des pluies, ces dernières atteignent l'île de Mayotte par le Nord-Ouest.

Nous observons, au sein de la land unit C7, une légère diminution des précipitations à Longoni (1333mm annuel) par rapport à Brandazia Nord (1525mm annuel).

Les précipitations sont plus élevées au Centre-Nord de l'île. Ainsi, à Combani, 1675 mm d'eau tombe annuellement. Cette région comprend une partie de la land unit C1.

Les stations de Convalescence, Gouloue et Kwalée, situées aux alentours de la land unit D1, nous confirme la répartition des précipitations due au relief. Cette répartition est explicitée plus en détail dans la partie bibliographie. En effet, nous remarquons que Convalescence, située plus dans les hauteurs, reçoit annuellement 1484 mm d'eau. Gouloue et Kwalé, situées à des altitudes légèrement plus basses, reçoivent moins de précipitations annuelles : 1376 mm et 1347 mm.

La station de Ongoujou, nous révèle que dans la région de la land unit I1, les précipitations sont de 1465 mm par an. Néanmoins, il nous faudra plus de relevés pour caractériser cette région. La figure 18 donne, ici, un aperçu des précipitations annuelles par région.

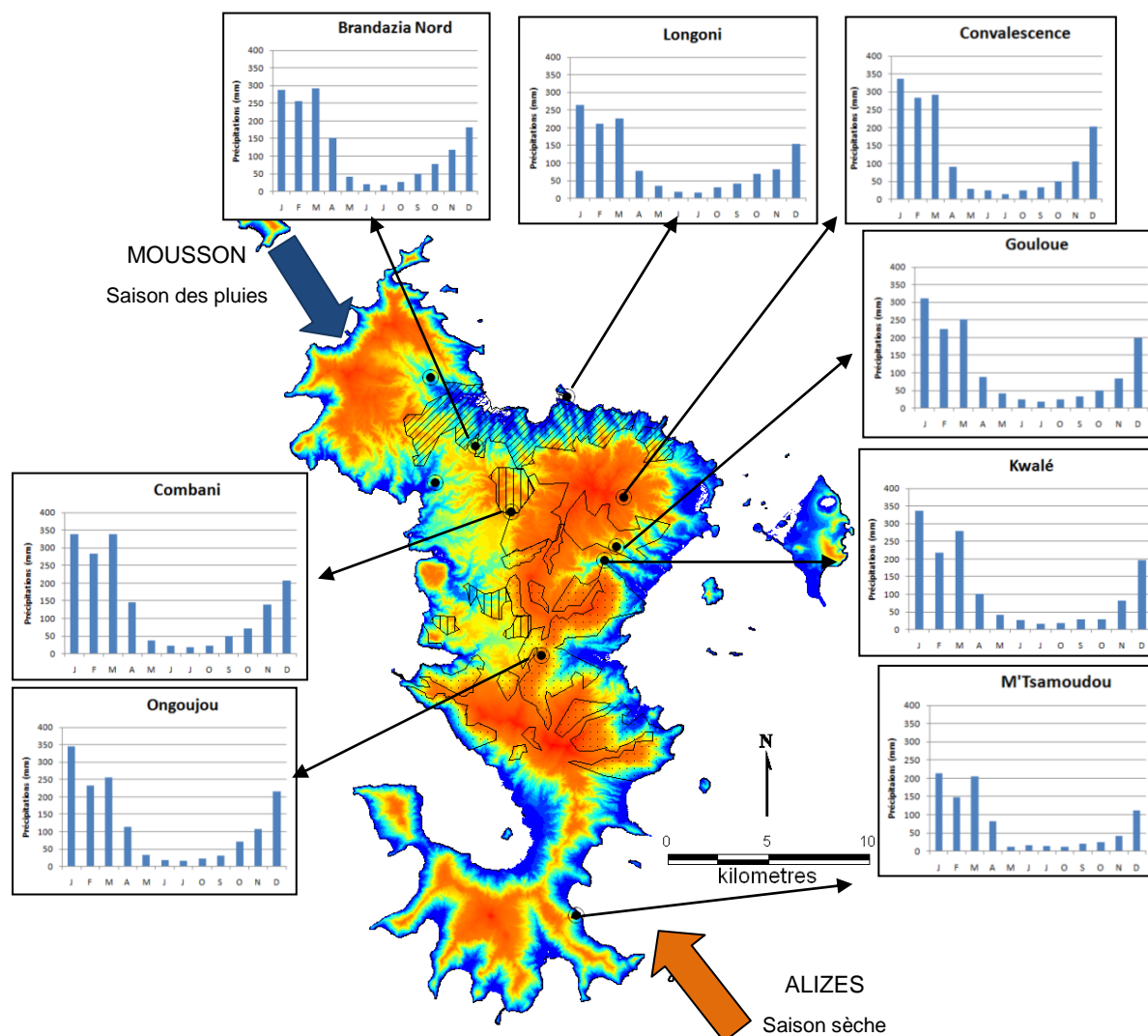


Figure 20 : Analyse des précipitations sur Mayotte.

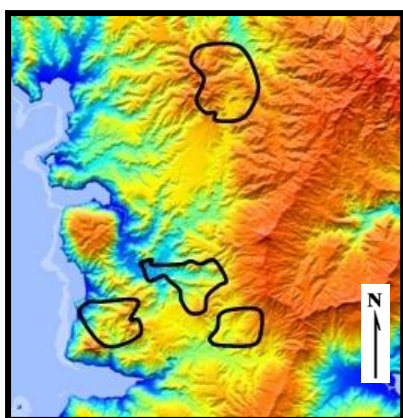


Figure 22 : Relief en 3D de la land unit C1.

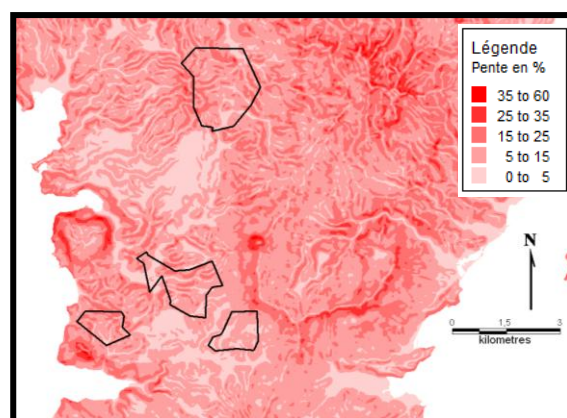


Figure 23 : Pentes de la land unit C1.

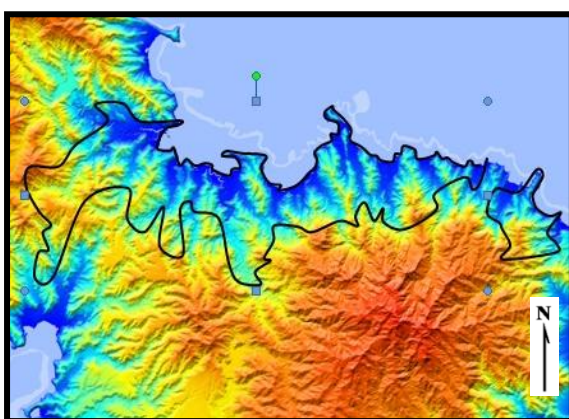


Figure 24 : Relief en 3D de la land unit C7.

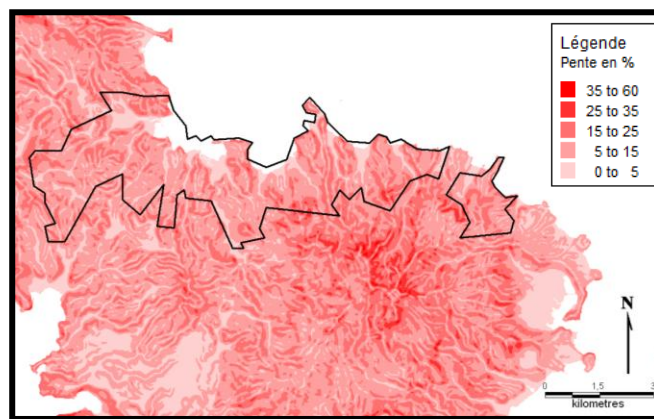


Figure 25 : Pentes de la land unit C7.

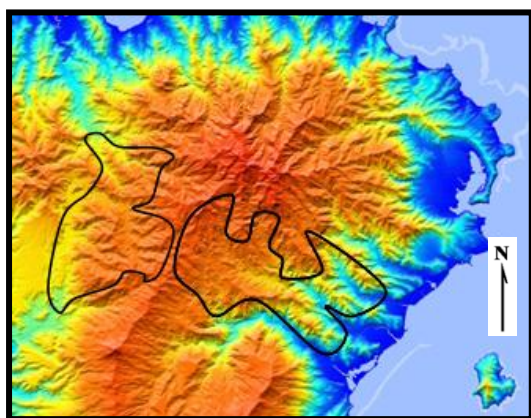


Figure 21 : Relief en 3D de la land unit D1

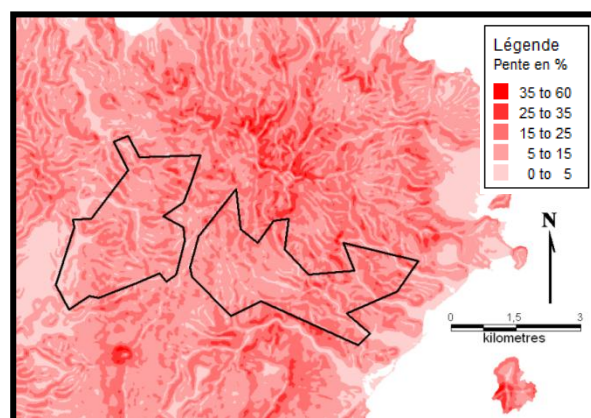


Figure 26 : Pentes de la land unit D1.

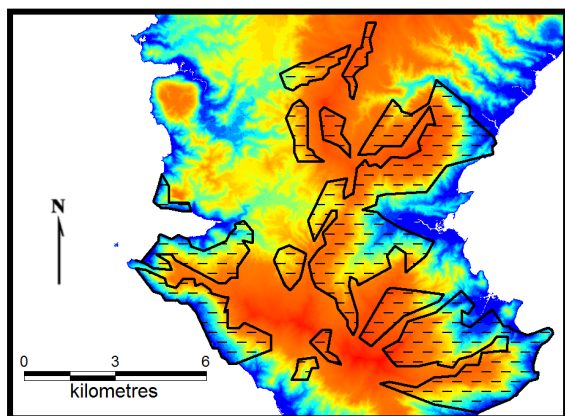


Figure 27 : Relief en 2D de la land unit I1.

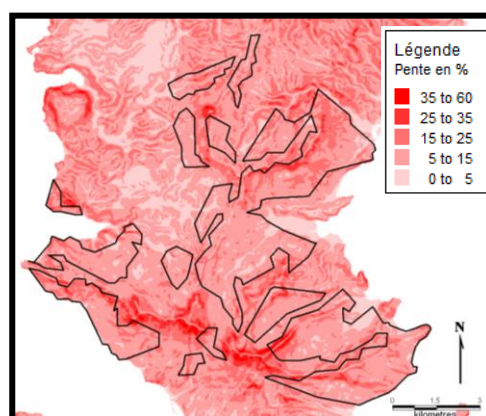


Figure 28 : Pente de la land unit I1.

5.1.3.3 Étude de terroir mahorais à l'échelle des plantations d'ylang-ylang.

L'étude s'est portée sur douze plantations au cours de ce travail. Elles sont représentées à la Figure 29. Un code leur a été attribué pour faciliter la compréhension du travail :

« (PL= plantation) – (le numéro de la plantation étudiée) – (le land unit dans lequel se trouve la plantation) »

Les illustrations des expositions, des pentes et des hauteurs d'arbre dans les plantations sont placées en annexe 3.

Les sondages sont placés en annexe 4.

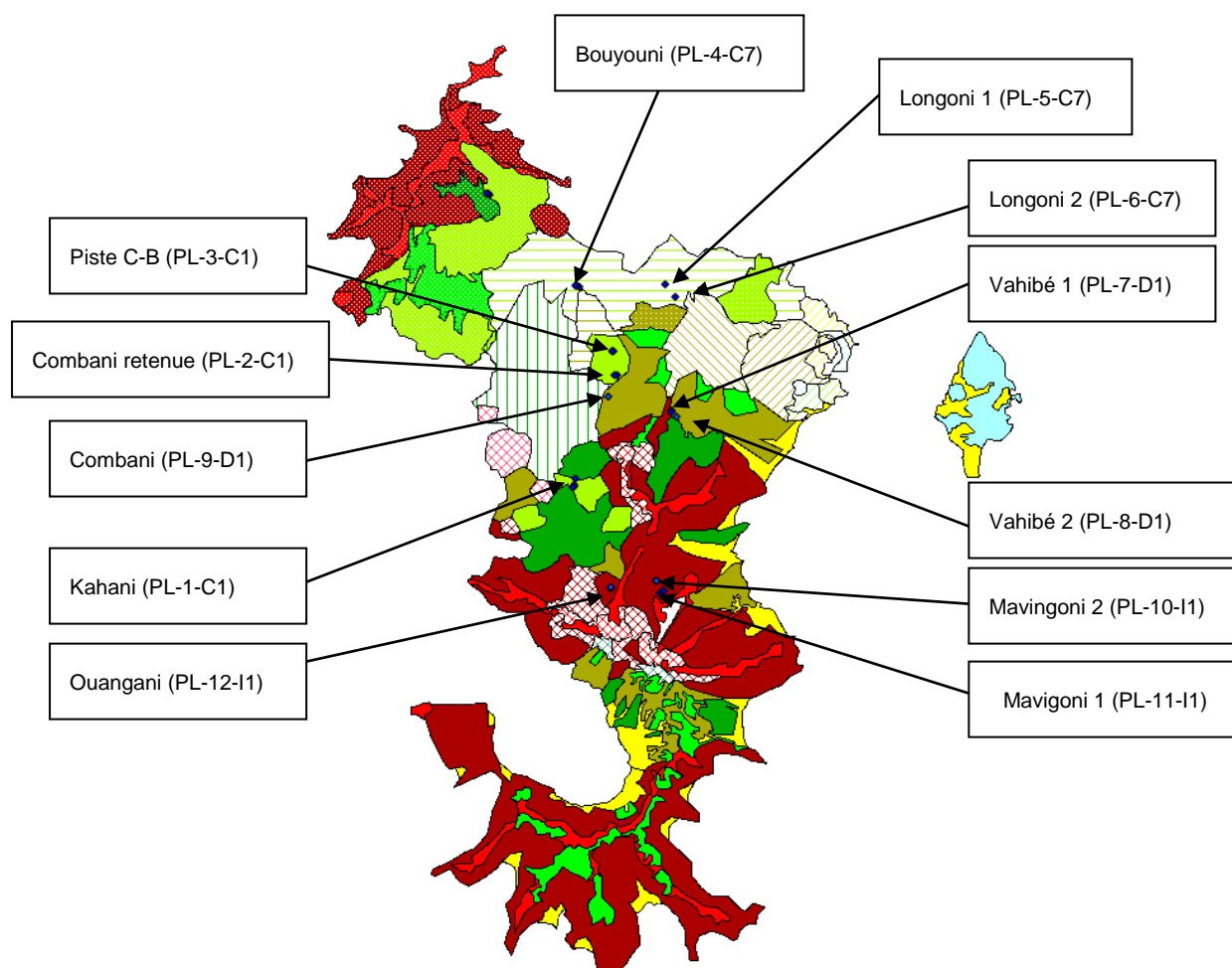


Figure 29 : Localisation des 12 plantations étudiées.

5.1.3.3.1 Plantations au sein de la land unit C1

Présentation de la plantation de Kahani

La plantation qui nous concerne, ici, est codifiée : « PL-1-C1 ».

Elle est située dans le milieu Ouest de l'île, entre les villages de Kahani et de Combani. L'interprétation du MNT de Mayotte nous indique qu'elle se localise sur l'un des sommets de la région (Figur 30). Majoritairement exposée au Nord/Nord-Est (Figure 32), cette plantation est hétérogène de par son relief. Elle se présente en demi cône renversé. La pente est constante sur l'ensemble de la plantation : 20 à 25%. L'altitude est la pente de cette plantation sont représentée dans les Figures 31 et 33.

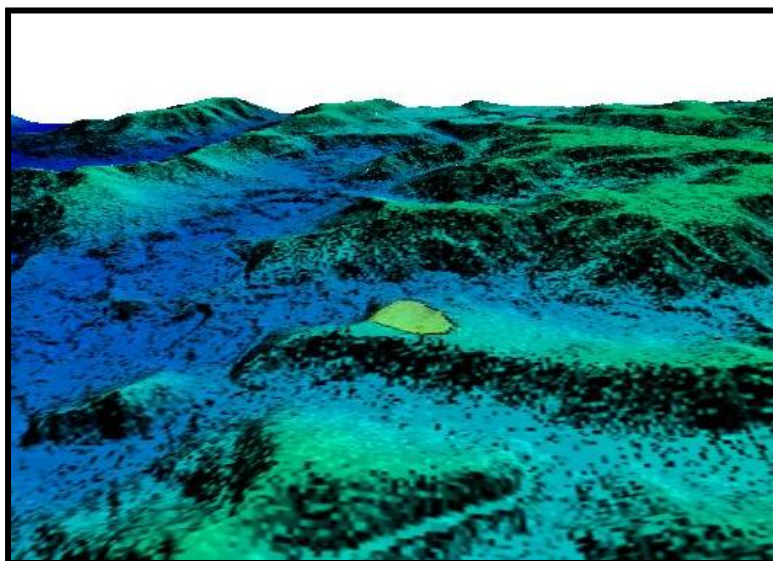


Figure 30 : Représentation 3D de la plantation de Kahani à partir du MNT de Mayotte 2010.

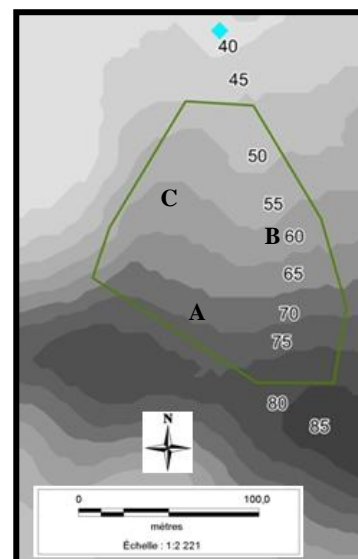


Figure 31 : Altitude de Kahani et localisation des sous-parcelles A, B et C.

Elle est située dans un domaine agricole. La plantation est essentiellement constituée d'ylang-ylang. La Figure 34, illustrant la hauteur des arbres, issue du MNT de Mayotte, nous confirme, que les arbres présents dans cette land unit, sont des arbres d'un mètre de haut. Cependant, des manguiers, des orangers et des cocotiers sont également présents à cet endroit. Ils sont indiqués par les carrés jaunes et orange. Le brûlage des déchets verts est réalisé entre les lignes d'arbres, constituant ainsi une forme de fertilisation de la parcelle. Nous avons observé que c'était dans la plantation de Kahani, que les ylang-ylangs produisaient le plus de fruits.

Cette plantation est toujours en activité, les fleurs y sont récoltées et distillées régulièrement.

Trois sous-parcelles ont été mises en évidence : « PL-1A-C1 », « PL-1B-C1 » et « PL-1C-C1 ».

Dans le Tableau 9, trois sondages à la tarière ont été réalisés sur trois sous-parcelles A, B et C.

PL-1-C1 : sondage à la tarière de la sous-parcelle A.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-55	2	3	2	AS	2,5YR	3	3	1		1	4



PL-1-C1 : sondage à la tarière de la sous-parcelle B.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-40	1	2	2	LS	2,5YR	3	3	1		1	5



PL-1-C1 : sondage à la tarière de la sous-parcelle C.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-10	2	2	2	LS	5YR	3	2	1		1	5
1	10-20	2	2	2	LA	5YR	3	4	3	3	1	5
2	20-25	3	2	2	AL	5YR	3	4	2	2	1	5
3	35-55	3	1	2	AL	5YR	3	6	2	2	1	5



Tableau 9 : Illustration des sondages de la plantation PL-1-C1.

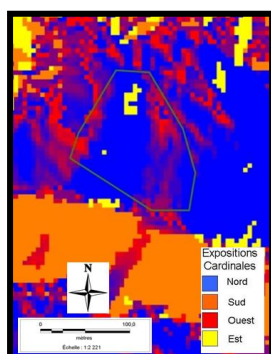


Figure 34 : Expositions de PL-1-C1.

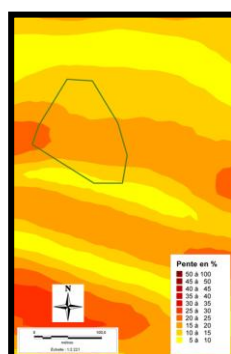


Figure 33 : Pentes de PL-1-C1.

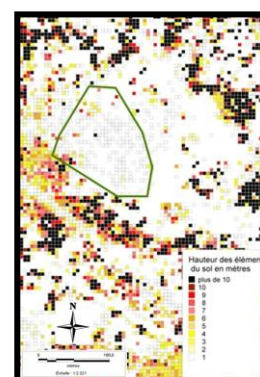


Figure 32 : Hauteurs d'arbre dans PL-1-C1.

- *Analyse des sous-parcelles A, B et C :*

La sous-parcelle A se trouve à l'extrémité Sud de la plantation, en haut de versant. Elle est exposée au Nord. L'altitude mesurée au point de sondage est de 75 m. Des cailloux (de 2 à 7.5 cm) sont observés à la surface et, pour partie, identifiés comme des éléments de cuirasses ferrallitiques démantelées ou comme des débris de trachéites⁹. Un tapis végétal est présent et est constitué d'herbe à coco. Une observation est notée, les branches de

ces ylang-ylangs sont particulièrement longues : 2 mètres. Lors du sondage à la tarière, un seul horizon a été mis en évidence.

La sous-parcelle B représente le bas de versant convergent de La sous-parcelle A et C. L'altitude mesurée au point de sondage est de 59 mètres. Aucune charge caillouteuse n'est présente en surface. Un tapis d'herbacé est présent. Il diffère de l'herbe à coco, toutefois, il n'a pu être déterminé. Les ylang-ylangs sont par ailleurs plus rapprochés les uns des autres. Lors du sondage à la tarière, un seul horizon a été mis en évidence.

La sous-parcelle C est également située en haut de versant. Elle se différencie de la sous-parcelle A de par son exposition orientée davantage au Nord-Est. Le point de sondage a été réalisé à 89 mètres d'altitude. La land unit présente également cuirasses ferrallitiques et des débris de trachéites en surface. Le couvert végétal venait d'être brûlé en surface. Les ylang-ylangs sont plus espacés que dans les deux sous-parcelles précédentes. Lors du sondage à la tarière, quatre horizons ont été mis en évidence.



Figure 35 : Vue de la sous-parcelle PL-1A-C1. Crédit : Hick 2010.



Figure 36 : Vue de la sous-parcelle PL-1B-C1. Crédit : Hick 2010.



Figure 37 : Vue de la sous-parcelle PL-1C-C1. Crédit : Hick A. 2010.

⁹ Les trachéites sont des roches magmatiques extrusives, partiellement ou non cristallisées, à refroidissement rapide. Leur structure est porphyrique : les minéraux sont dans une pâte. Elles sont leucocrates, donc claires. Elles contiennent essentiellement des feldspaths potassiques et sodiques. (Lacroix 2005-2006)

Présentation de la plantation située sur la piste Combani-Bouyouni, le long de la retenue collinaire:

Cette plantation est codifiée: « PL-2-C1 »

Elle est située sur une piste reliant le village de Combani et celui de Bouyouni. Elle est localisée le long de la retenue collinaire de Combani (Figure 39). La piste traverse la plantation, la séparant en deux sous parcelles. La pente y est très faible : 10%. Elle est orientée à l'Ouest.

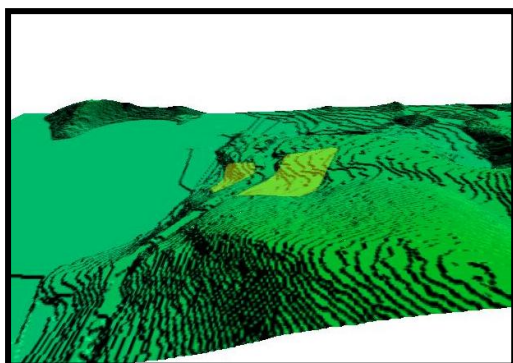


Figure 39 : Illustration en 3D de PL-2-C1 à partir du MNT de MAYotte 2010.

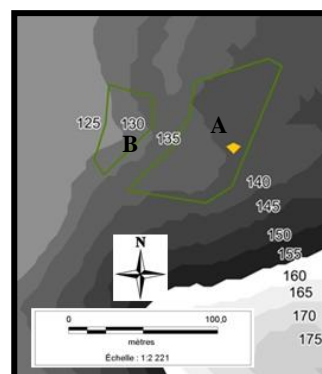


Figure 38 : Altitude de PL-2-C1 et illustration des sous-parcelles A et B.

La plantation est située dans un domaine forestier. De nombreuses plantations d'ylang-ylang sont présentes le long de cette piste. En effet, cette région est connue pour être l'un des anciens pôles principaux de la culture d'ylang-ylang. Pourtant, aujourd'hui, la plupart de ces plantations ne sont plus, ni entretenues, ni exploitées.

La plantation étudiée présente sur l'ensemble de sa superficie des avocats marron, haut de 30 à 70 centimètres. Ces derniers représentent le fourrage principal du bétail à Mayotte. Des zébus sont, par ailleurs, mis en pâture dans la plantation. C'est également la seule plantation où de la cannelle a été observée. Or, il semblerait que cette plantation ne soit plus en activité cette année parce que la taille des arbres n'a pas été effectuée.

Deux sous-parcelles homogènes ont été mises en évidence : « PL-2A-C1 » et « PL-2B-C1 » (Figure 38). La sous-parcelle A est située à droite de la piste, et la seconde plus petite, borde quant à lui la retenue d'eau.

- *Analyse des sous-parcelles A et B :*

La sous-parcelle A représente la plus grande superficie de la plantation. L'altitude au point de sondage est de 149 mètres d'altitude. Le tapis végétal présent est de l'herbe à coco. Néanmoins, le couvert végétal est dominé par la présence d'avocats marron. Des cocotiers sont également présents dans cette land unit. De plus, des zébus ont été observés dans cette partie de la plantation. Nous pouvons dès lors supputer un apport d'engrais via les animaux. Lors du sondage à la tarière, deux horizons ont été mis en évidence.



Figure 40 : Vue de la sous-parcelle PL-2B-C1. Crédit : Hick A. 2010.

La sous-parcelle B est localisée légèrement plus bas que la sous-parcelle A, à une position de 145 mètres d'altitude. Elle borde, comme dit précédemment, la retenue d'eau de Combani. De nombreux jeunes avocats marron sont également présents en surface. Lors du sondage à la tarière, trois horizons ont été mis en évidence.

Présentation de la plantation située sur la piste Combani-Bouyouni :

Cette plantation a été codifiée : « PL-3-C1 »

Elle est située, comme la précédente, sur une piste reliant le village de Combani et celui de Bouyouni. Elle se positionne au Nord de la précédente. La végétation présente, au sein de cette plantation, est similaire à sa voisine. Elle se positionne plus haut dans le paysage et présente une pente légèrement plus forte (30%), orientée également à l'Ouest (Figure 41 et 42).

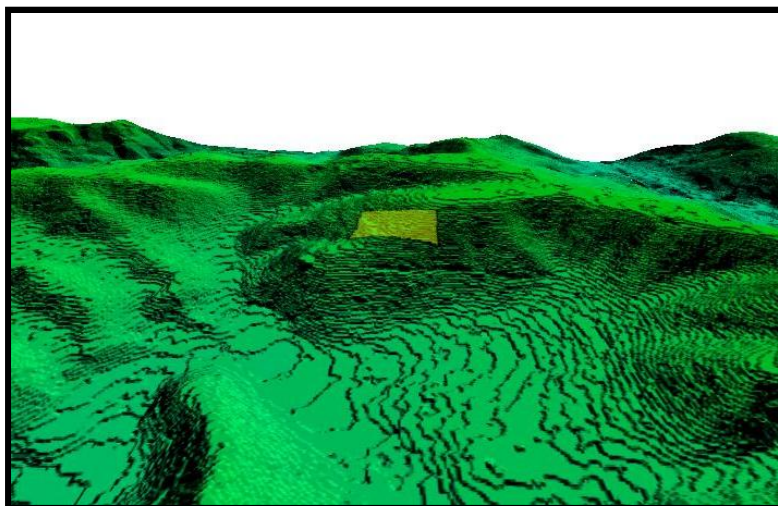


Figure 42 : Illustration en 3D de PL-3-C1 à partir du MNT de Mayotte 2010.

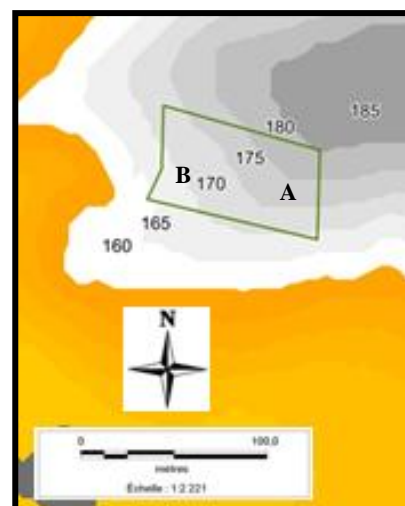


Figure 41 : Altitude de PL-3-C1 et illustration des sous-parcelles A et B.

Deux sous-parcelles ont été mises en évidence : « PL-3A-C1 » et « PL-3B-C1 ».

- *Analyse des sous-parcelles A et B :*

La sous-parcelle A se situe en haut de versant à 170 mètres d'altitude. Tandis que **la sous-parcelle B**, elle, se situe à 165 mètres en bas de versant.



Figure 44 : Vue de la sous-parcelle PL-3A-C1.
Crédit : Hick A. 2010.



Figure 43 : Vue de la sous-parcelle PL-3B-C1.
Crédit : Hick A. 2010.

5.1.3.3.2 Plantations au sein de la land unit C7 :

Auparavant, cette région était l'une des régions de culture de l'ylang-ylang. Néanmoins, rares sont les plantations d'ylang-ylang encore présentes dans cette land unit, aujourd'hui. C'est pourquoi la phase de reconnaissance des plantations s'est révélée difficile dans cette land unit. Toutefois, au gré des pistes et grâce à l'aide des villageois, trois plantations ont pu être trouvées. Malheureusement, les deux plantations de Longoni, trop enfouies au milieu de la végétation, n'ont pu être localisées de façon précise même avec l'aide de l'orthophotoplan. Aussi, pour rester fidèle à l'exactitude de la localisation des plantations dans l'espace, les cartes de ces deux plantations (ou emplacements) n'ont pu être créées. En explorant cette land unit, nous avons découvert des reliques de plantations d'ylang-ylang aux abords de villages improvisés¹⁰ et de plantations de bananes, cultures prépondérantes actuellement à Mayotte.

Présentation de la plantation de Bouyouni :

Cette plantation a été codifiée : « PL-4-C7 »

Elle se situe à l'extrémité Nord de l'île, proche de l'océan. D'après l'interprétation du MNT de Mayotte, elle se situe également sur les hauteurs du relief présent au Nord de l'île (Figure 45 et 46). Cette plantation a la particularité de se présenter sous la forme d'un profil en croupe. L'un des versants est orienté au Nord-Est alors que l'autre est orienté à l'Ouest. Chacun des versants présente une pente similaire de 25%.

La plantation se situe dans un domaine agricole, où chaque parcelle appartient à un agriculteur différent. Des cocotiers et des manguiers sont présents au sein de la plantation. Des ananas ont également été observés entre les ylang-ylangs.

La plantation est toujours en activité. Aucun signe de fertilisation n'a été observé lors de la phase

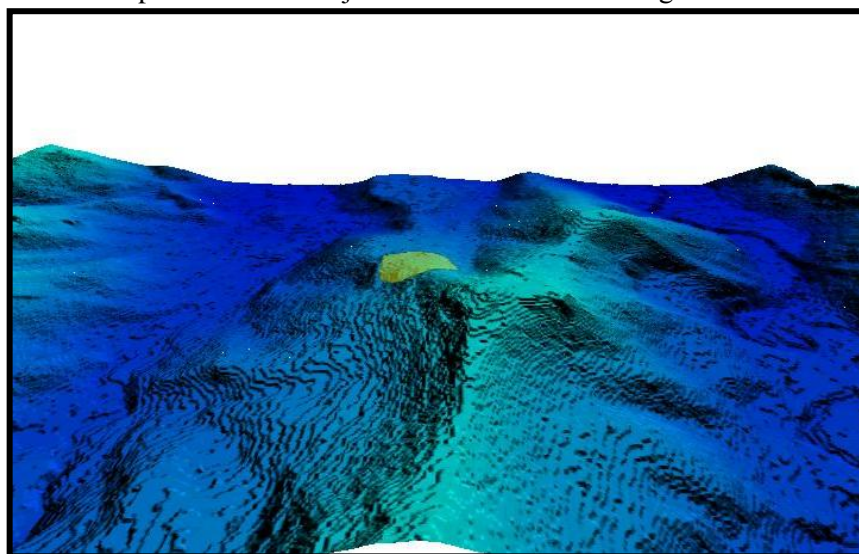


Figure 46 : Vue de la sous-parcelle PL-3B-C1. Crédit : Hick A. 2010.

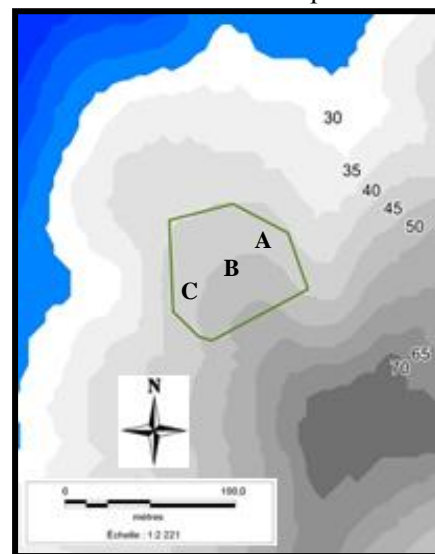


Figure 45 : Altitude de PL-4-C7 et illustration des sous-parcelles A, B et C.

¹⁰ Ces villages ont été construits, en lieu et place des plantations d'ylang-ylang. Les villageois ont élagué dans les plantations pour installer leurs baraquements, créant ainsi leur espace de vie.

de terrain. Il est à noter que c'est, au sein de cette plantation, que le nombre de fleurs observées sur chaque arbre est le plus grand.

Cette plantation a été scindée en trois sous-parcelles : « PL-4A-C7 », « PL-4B-C7 » et « PL-4C-C7 ». Néanmoins, une caractéristique commune à ces trois sous-parcelles est l'absence de tapis végétal. De nombreux résidus de cocotiers sont présents sur le sol : feuilles coupées et noix de coco.

- *Analyse des sous-parcelles A, B et C :*

La sous-parcelle A représente un bas de versant. L'altitude mesurée au point de sondage est de 54 mètres. Cette parcelle est exposée au Nord-Est. Quatre horizons ont été mis en évidence à la tarière.

La sous-parcelle B constitue l'ensemble le plus haut de la plantation, séparant ainsi les sous-parcelles A et C. L'altitude mesurée au point de sondage est de 76 mètres. Les ylang-ylangs présents sur cette parcelle sont de tailles inférieures aux ylang-ylangs présents dans les deux autres. Ils sont également plus espacés. Des blocs de basaltes d'environ 20 centimètres de diamètre sont présents en surface. De plus, des affleurements de roches sont également présents en surface. Le sondage à la tarière a révélé trois horizons pour ce profil.

La sous-parcelle C est exposée à l'Ouest. Le point de sondage est à 51 m d'altitude. Trois horizons de surface ont été mis en évidence lors du sondage à la tarière. Ce sondage a été effectué après une averse passagère.



Figure 47 : vue de la sous-parcelle PL-4A-C7.
Crédit : Hick 2010.



Figure 49 : Vue de la sous-parcelle PL-4B-C7. Crédit : Hick A. 2010.



Figure 48 : Vue de la sous-parcelle PL-4C-C7. Crédit : Hick A. 2010.

Présentation de la première plantation de Longoni, proche du village :

Cette plantation a été codifiée : « PL-5-C7 »

Elle se situe aux abords du village de Longoni, proche de l'océan. C'est sans nul doute la plus petite plantation étudiée au cours de ce travail. Des appareils de distillation sont présents à proximité de cette dernière. Du moins, la plantation n'est pas en activité cette année. Entre autre parce que la taille n'a pas été réalisée. Des zébus sont présents au sein de cette plantation.

Elle se présente en pente légère avec 15% d'inclinaison. Elle est orientée à l'Est.

Deux sous-parcelles ont été identifiées : « PL-5A-C7 » et « PL-5B-C7 ».

- *Analyse des sous-parcelles A et B :*

La sous-parcelle A se localise en haut de versant. Elle se positionne à 50 mètres d'altitude. Un tapis végétal constitué d'herbe à coco y est présent. Deux horizons ont été mis en évidence.

La sous-parcelle B est, quant à elle, située en bas de versant. Des blocs de basaltes d'une quarantaine de centimètres de diamètres y sont présents. Le tapis végétal est également constitué d'herbe à coco. Six horizons ont été mis en évidence lors du sondage. Ces horizons sont caractérisés par la présence de taches de plus en plus nombreuses en profondeurs.



Figure 50 : Vue de l'ensemble PL-5B-C7. Crédit : Hick A. 2010.

Présentation de la deuxième plantation de Longoni, en land unit agricole :

Cette plantation est codifiée : « PL-6-C7 »

La seconde plantation de Longoni se situe plus en retrait du village dans un domaine agricole. La plantation est plane, mais se localise en bas d'une forte pente (35%) peuplée de plantations de bananiers et de manioc. La couleur du sol y diffère fortement des sols rencontrés au cours de l'ensemble du travail. En effet, la couleur du sol tend vers des teintes noires.

De par le relief plat et la végétation homogène sur l'ensemble de la plantation, cette dernière fut considérée comme homogène : « PL-5A-C7 ». Par conséquent, un seul sondage à la tarière a été effectué au centre de la plantation d'ylang-ylang.

- *Analyse la sous-parcelle A :*

Le point de sondage se situe à 60 mètres d'altitude. Le couvert végétal en place est haut (>50cm) et est constitué majoritairement d'avocatsiers marron. Des orangers sont présents au sein de la plantation.



Figure 52 : Vue de la sous-parcelle PL-6A-C7. Crédit : Hick A. 2010.



Figure 51 : Vue de la plantation et des champs de bananiers se situant en amont de cette dernière. Crédit : Hick A. 2010.

5.1.3.3 Plantations au sein de la land unit D1 :

Présentation de la première plantation étudiée à Vahibé :

Cette plantation a été codifiée: « PL-7-D1 »

Aux abords du village de Vahibé, la culture de l'ylang-ylang est encore bien luxuriante. Ainsi, le long de la route principale, plusieurs plantations d'ylang-ylang persistent dans le paysage. La plantation présentée, ici, est l'une des plus visibles d'entre elles (Figure 54). Elle se décrit comme un plateau suivi d'une forte pente de 40% (Figure 53). La pente est orientée au sud.

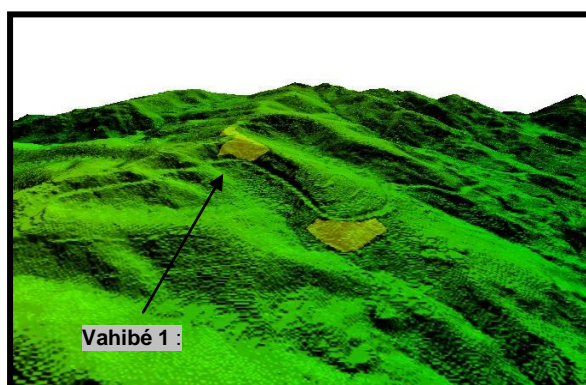


Figure 54 : Illustration en 3D de PL-7-D1, à partir du MNT de Mayotte 2010.

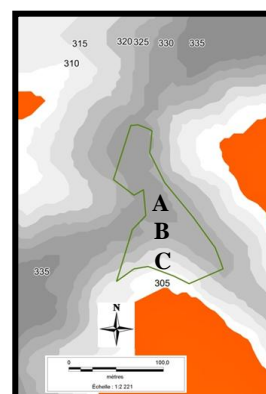


Figure 53 : Altitude de PL-7-D1 et illustration des sous-parcelles A, B et C.

La plantation se situe entre la réserve forestière de Combani et la région de Kwalé Dzindzano. Elle est constituée exclusivement d'ylang-ylang. De la canne à sucre et du manioc sont cultivés à l'arrière de cette dernière.

Trois sous-parcelles ont été mises en évidence : « PL-7A-D1 », « PL-7B-D1 » et « PL-7C-D1 ». La première se situant sur le plateau, la seconde en haut de versant et la dernière en bas de versant, proche de la route.

- *Analyse des sous-parcelles A, B et C :*

La sous-parcelle A représente le plateau de la plantation. Elle se localise à une altitude d'environ 330 mètres. Un tapis végétal non identifié est présent sur toute la surface du plateau. Aucune roche n'est visible en surface. Lors du sondage à la tarière, deux horizons ont été mis en évidence.

La sous-parcelle B comprend le haut de versant de la plantation. L'altitude mesurée au point de sondage est de 332 mètres. Nous pouvons observer qu'à cet endroit, des ylang-ylangs jeunes sont mélangés à des plus vieux. Un tapis végétal non identifié est également présent. Tout comme pour la sous-parcelle A, deux horizons ont été mis en évidence lors du sondage.

La sous-parcelle C comprend le bas de la pente. L'altitude du point de sondage du bas de versant est de 324 mètres. Une pluie passagère s'est produite juste avant le sondage. Trois horizons ont été mis en évidence.



Figure 55 : vue la sous-parcelle PL-7A-D1. Crédit Hick A. 2010.



Figure 56 : Vue d'ensemble de PL-7-D1. Crédit : Hick A. 2010.

Présentation de la seconde plantation étudiée à Vahibé :

Cette plantation a été codifiée : « PL-8-D1 »

La seconde plantation de Vahibé étudiée est localisée en contre bas de la précédente (Figure 58), de l'autre côté de la route. C'est une plantation en pente de 30%, orientée au Sud. Elle est située à côté d'un ruisseau. En bas de cette plantation, une piste est présente et permet un accès aisé à la plantation.

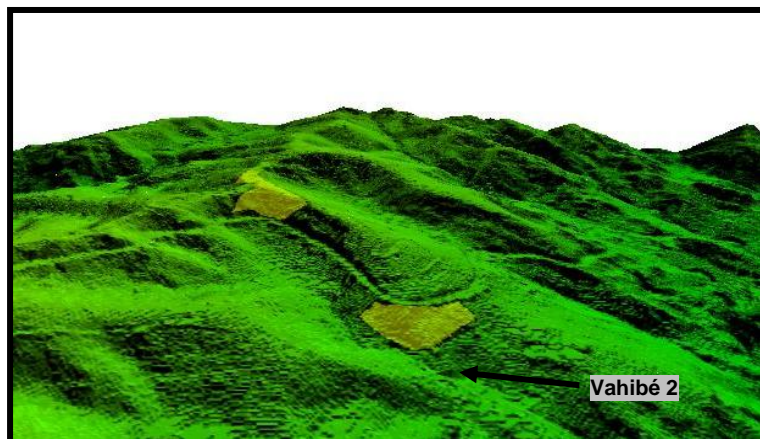


Figure 58 : Illustration en 3D de PL-8-D1, à partir du MNT de Mayotte 2010.

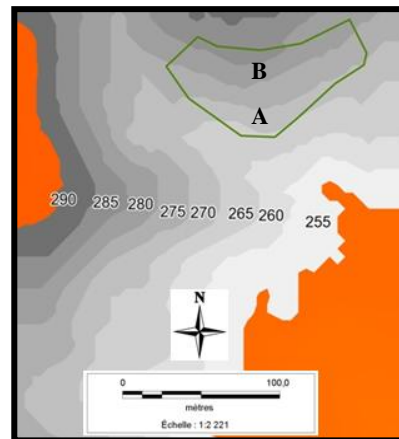


Figure 57 : Altitude de PL-8-D1 et illustration des sous-parcelles homogènes A et B.

Cette plantation n'est pas exploitée cette année. En effet, les ylang-ylangs ne sont plus taillés et la végétation au sol est haute et abondante. Nous retrouvons majoritairement des avocats marron comme couverture végétale. De l'herbe à coco est présente par endroits comme tapis végétal. Des cocotiers se retrouvent également présents au sein de la plantation.

La plantation a été scindée en deux sous-parcelles : « PL-8A-D1 » et « PL-8B-D1 » (Figure 57).

- *Analyse des sous-parcelles A et B :*

La sous-parcelle A correspond au bas de la pente. L'altitude mesurée au point de sondage est de 280 mètres. Trois horizons ont été identifiés.

La sous-parcelle B représente, quant à elle, le haut de versant. L'altitude mesurée au point de sondage est de 291 mètres. Des roches sont présentes en surface. Deux horizons ont été mis en évidence lors du sondage.



Figure 60 : Vue de sous-parcelle PL-8A-D1. Crédit : Hick A. 2010.



Figure 59 : Vue de la sous-parcelle PL-8B-D1. Crédit : Hick A. 2010.

Présentation de la plantation de Combani :

Cette plantation a été codifiée : « PL-9-D1 »

La plantation de Combani est située à l'extrémité Ouest de la land unit D1. En interprétant le MNT de Mayotte (Figure 62), nous observons qu'elle se situe dans un lit de rivière entre deux massifs plus montagneux. Par conséquent, le relief est plat au sein de cette plantation (Figure 61). Elle se localise effectivement à côté d'un cours d'eau, au bout d'une piste proche de la retenue collinaire de Combani.

Lors de la phase de terrain, nous avons observé que cette plantation avait été réduite de moitié du côté Est. L'hypothèse la plus pertinente est que cet espace sera utilisé pour des cultures plus rentables telles que les bananeraies ou les cultures maraîchères.

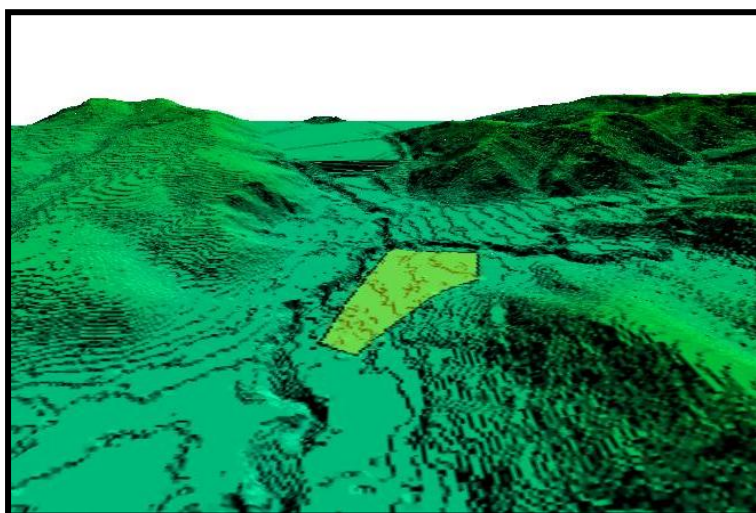


Figure 62 : Illustration en 3D de PL-9-D1, à partir du MNT de Mayotte 2010.

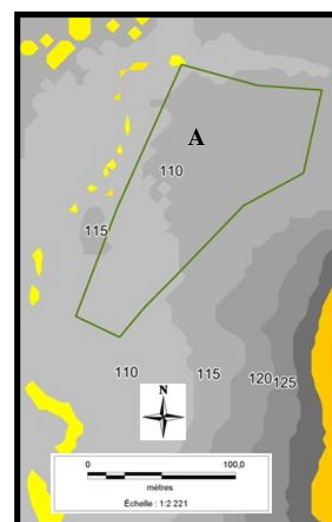


Figure 61 : Altitude de PL-9-DA et illustration de sous-parcelle A.

De par sa configuration, la plantation est homogène sur toute sa surface. Une seule sous-parcelle regroupant la totalité de la plantation a donc été retenue : « PL-9A-D1 ».

- *Analyse de la sous-parcelle A :*

L'altitude mesurée au point de sondage est de 127 mètres. Le couvert végétal est constitué d'avocats marron, de plantes sensibles et de trèfles. Cette plantation présente des ylang-ylangs fortement espacés (> 3 mètres). Lors du sondage à la tarière, cinq horizons ont été mis en évidence. Les quatre derniers horizons se différencient, non pas par leur couleur, mais davantage par leurs taches.



Figure 63 : Vue de la sous-parcelle PL-9A-D1. Crédit : Hick 2010.

5.1.3.3.4 Plantations au sein du Land Unit I1 :

Présentation de la première plantation de Mavingoni :

Cette plantation a été codifiée : « PL-10-I1 »

La plantation de Mavingoni est située au Centre de l'île, dans la région dénommée « Mavingoni », proche du village de Dembeni. Elle fait partie de la réserve forestière de Voundzé.

Cette plantation est, sans nul doute, la plus grande rencontrée sur l'île. Elle offre un relief particulier. En effet, en entrant dans la plantation, elle se présente en plateau mais en s'orientant plus vers l'Est, la plantation se forme en cuvette. Dans l'ensemble, elle se représente dans le paysage comme un amphithéâtre. Les figures 64 et 65 montrent bien cette forme singulière.

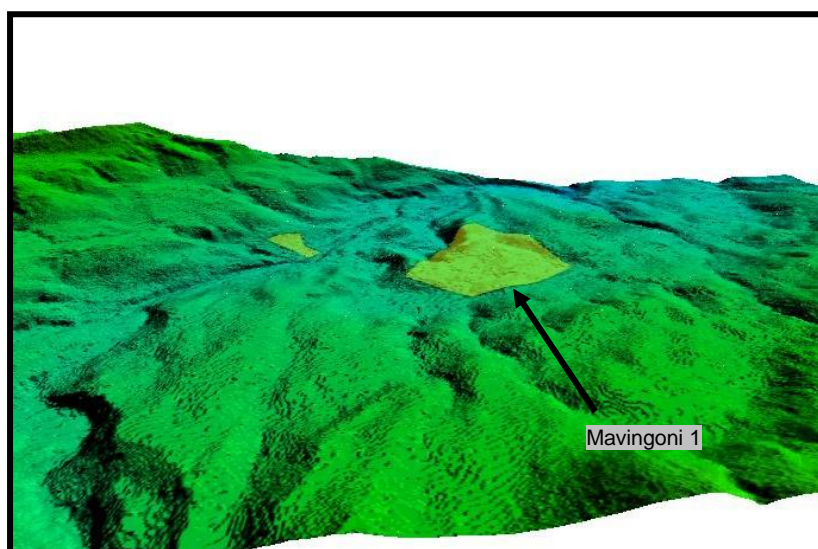


Figure 64 : Illustration en 3D de PL-10-I1, à partir du MNT de Mayotte 2010.

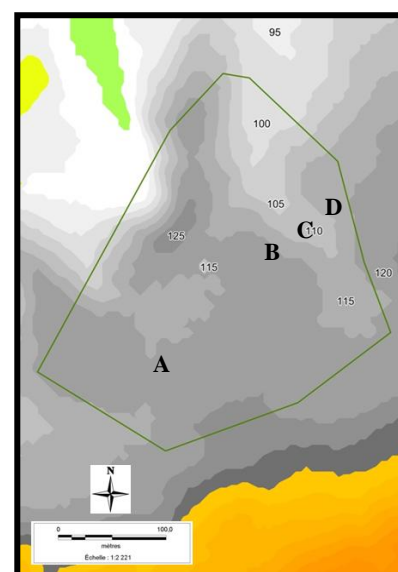


Figure 65 : Altitude de PL-10-I1 et illustration des quatre sous-parcelles.

La plantation se situe dans une région agricole. Elle est toujours en activité. Cette diversité de culture s'observe sur la carte représentant la hauteur des éléments du sol. Le tapis végétal est constitué d'avocats marron et d'herbe à coco.

Le brûlage des déchets organiques entre les ylang-ylangs est pratiqué dans toute la plantation.

La particularité observée sur la plantation de Mavingoni, est la présence de gros blocs de basaltes¹¹ atteignant jusqu'à un mètre de diamètre.

La plantation a été scindée en quatre sous-parcelles : « PL-10A-I1 », « PL-10B-I1 », « PL-10C-I1 » et « PL-10D-I1 ».

¹¹ Les basaltes sont des roches magmatiques extrusives. Leur structure est porphyrique. Ce sont des roches mélanocrates, donc foncées. Elles contiennent des plagioclases calciques et du pyroxène. C'est une roche basique. Elle contient également des phénocristaux de ferromagnésien. (Lacroix 2005-2006)

- *Analyse des sous-parcelles A, B, C et D :*

La sous-parcelle A représente le plateau de cette plantation. L'altitude mesurée à cet endroit est de 129 mètres. D'autres cultures sont visibles au sein de cette sous-parcelle, telles que des bananiers, de la canne à sucre, des agrumes, des manguiers et des cocotiers. Des taccas sont également présents sur le plateau. Le basalte est, à la fois, en surface sous forme de bloc, mais aussi dans le sol. Trois horizons ont été mis en évidence.

La sous-parcelle B représente l'un des deux versants de la cuvette. La pente mesurée sur le terrain est de 42% et orientée au Nord-Est. L'altitude au point de sondage est de 127 mètres. Il est constitué majoritairement d'ylang-ylang mais s'y associent également des bananiers ainsi que des cocotiers. Deux horizons ont été mis en évidence.

La sous-parcelle C constitue le bas de la cuvette. Le point de sondage se localise à 117 mètres d'altitude. Quelques cocotiers sont parsemés au sein des ylang-ylangs. Ces derniers sont plus espacés par rapport aux versants et au plateau. Une rivière sillonne cette sous-parcelle en son centre. Un horizon a été mis en évidence.

La sous-parcelle D représente le second versant, orienté au Sud-Ouest. L'altitude mesurée au point de sondage est de 130 mètres d'altitude. La pente y est de 53%. Dans cette sous-parcelle, les ylang-ylangs sont plus grands que dans le reste de la plantation. Ils sont également plus denses et les fruits y sont plus abondants. Trois horizons ont été mis en évidence.



Figure 68 : Vue de la sous-parcelle PL-10C-II. Crédit : Hick A. 2010.

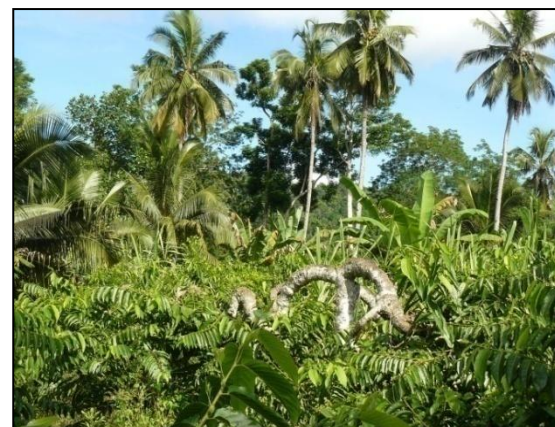


Figure 66 : Vue de la sous-parcelle PL-10A-II. Crédit : Hick 2010.



Figure 67 : Vue de la sous-parcelle PL-10A-II. Crédit : Hick 2010.



Figure 69 : Vue de la sous-parcelle PL-10D-II. Crédit : Hick A. 2010.

Présentation de la seconde plantation de Mavingoni :

Cette plantation a été codifiée : « PL-11-I1 »

Cette plantation se situe plus loin, à une centaine de mètres de la précédente, lorsque l'on suit la piste traversant cette région agricole (Figure 71). Elle se localise légèrement plus bas dans le paysage que sa voisine (Figure 70). Pour atteindre cette plantation, il est nécessaire de traverser un cours d'eau situé juste, en aval, de cette dernière. C'est une plantation de petite taille.

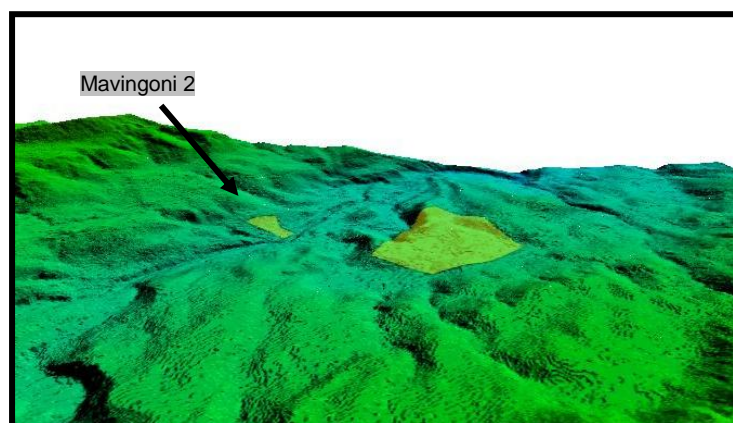


Figure 71 : Illustration en 3D de PL-11-I1, à partir du MNT de Mayotte 2010.

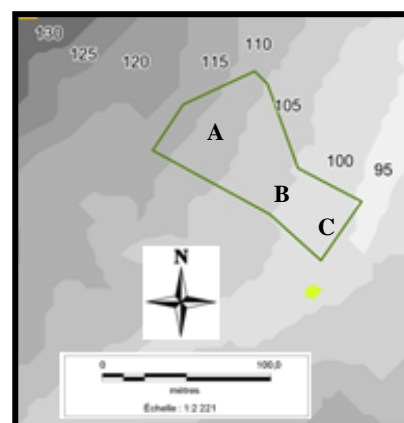


Figure 70 : Altitude de PL-11-I1 et illustration des sous-parcelles A, B et C.

Tout comme dans la plantation précédente, des blocs de basalte sont présents en surface, sur l'ensemble de la plantation. Elle ne semble pas être en activité cette année malgré la présence des alambics tout proches. C'est pourquoi les arbres, par exemple, n'ont pas été taillés.

Lorsque l'on observe attentivement cette plantation, il semblerait qu'elle fut, autrefois, plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui. Cette hypothèse est avancée au regard des anciens ylang-ylangs qui ont retrouvé leur taille normale depuis l'arrêt de l'élagage. Ces ylang-ylangs rendus, à l'état naturel, se situent à la périphérie Ouest de la plantation.

De par la configuration de relief (plateau prolongé d'une pente), trois sous-parcelles ont été mises en évidence : « PL-11A-I1 », « PL-11B-I1 » et « PL-11C-I1 ».

- *Analyse des sous-parcelles A, B et C :*

La sous-parcelle A représente le plateau. Le point de sondage se localise à 115 mètres d'altitude. Des agrumes et des cocotiers sont également présents au sein de cette sous-parcelle. Lors du sondage à la tarière, trois horizons de sol ont été mis en évidence.

La sous-parcelle B représente le haut de versant de la pente. La pente est inclinée à 38% vers le Sud. L'altitude du point de sondage est de 113 mètres. Un grand nombre d'avocats marron sont présents au niveau du couvert végétal. Deux horizons de sol ont été mis en évidence lors du sondage.

La sous-parcelle C représente le bas de versant, proche de la rivière. Le point de sondage se situe à 101 mètres d'altitude. À même le sol, on retrouve de nombreuses roches en phase d'altération. Parmi la végétation, on peut identifier la présence de fougères. Lors du sondage à la tarière, trois horizons de sol ont été mis en évidence.



Figure 72 : Vue de la sous-parcelle PL-11A-I1. Crédit : Hick A. 2010.

Présentation de la plantation de Ouangani :

Cette plantation a été codifiée : « PL-12-I1 »

L'information cartographique de cette plantation s'est avérée erronée et n'a donc pas été utilisée.

Cette plantation est située sur une piste jouxtant le village de Ouangani. C'est autour de ce petit village que la concentration en cultures d'ylang-ylang, était, en 2003, la plus forte de toute l'île de Mayotte.

La plantation se présente en pente, orientée au Sud et inclinée de 40%. Un ruisseau est situé à l'aval de la plantation. L'alambic est également installé au sein même de cette dernière. La plantation est toujours en activité. Les déchets organiques sont brûlés entre les pieds d'ylang-ylang.

Des blocs de basaltes, de moins de 50 centimètres de diamètres, sont dispersés sur toute la plantation. Des cocotiers sont également rencontrés dans toute la plantation.

Deux sous-parcelles ont été déterminées : « PL-12A-I1 » et « PL-12B-I1 ».

- *Analyse des sous-parcelles A et B :*

La sous-parcelle A se localise en haut de versant. Le point de sondage se situe à 169 mètres d'altitude. On y retrouve, majoritairement, des jeunes arbres. Aucun tapis végétal n'est présent. Seules, des feuilles mortes tapissent le sol. Au niveau de ce sol, entre les ylang-ylangs, nous retrouvons à nouveau de l'avocatier marron tout comme des ananas, dispersés sur toute la parcelle. Trois horizons ont été mis en évidence lors du sondage à la tarière.

La sous-parcelle B se situe en bas de pente. L'altitude mesurée au point de sondage est de 146 mètres d'altitude. Le couvert végétal est constitué d'avocatiers marron. Des fougères sont également présentes, en bas de pente. Lors du sondage, trois horizons de sol ont pu être délimités.



Figure 74 : Vue de la sous-parcelle PL-12A-I1. Crédit : Hick A. 2010.



Figure 73 : Vue de la sous-parcelle PL-12B-I1. Crédit : Hick A. 2010.

5.1.3.3.5 Synthèse des paramètres principaux :

Dans cette partie, les plantations étudiées sont classées selon les paramètres environnementaux leur correspondants. Les plantations, appartenant à la même land unit, possèdent la même gamme de couleurs (vert=C1 ; Bleu=C7 ; Orange=D1 ; Rouge=I1).

L'altitude des plantations :

Les plantations d'ylang-ylang étudiées se retrouvent, majoritairement, à des altitudes inférieures à 200 mètres (Tableau 10). Les 2/3 sont cultivées en-dessous des 150 mètres d'altitude. Les trois plantations de la land unit C7 sont situées à des altitudes inférieures à 100 mètres. Seules, deux plantations de la land unit D1 sont présentes dans les hauteurs de l'île : PL-7-D1 et PL-8-D1.


Tableau 10 : Synthèse des altitudes rencontrées.

L'altitude (m)	≤100	100<...≤150	150<...≤200	200<...≤250	250<...≤300	300<...≤350
Plantations	PL-1-C1 PL-4-C7 PL-5-C7 PL-6-C7	PL-2-C1 PL-9-D1 PL-10-I1 PL-11-I1	PL-3-C1 PL-12-I1		PL-8-D1	PL-7-D1

L'exposition au sein des plantations :

A priori, les plantations étudiées sont davantage exposées à l'Ouest et au Sud (Tableau 11). Elles sont également très présentes sur un relief plat. Seules, deux plantations ne rentrent pas dans ces catégories : PL-1-C1 et PL-5-C7.

Tableau 11 : Synthèses des expositions rencontrées.

	N	N-E	E	S	S-O	O	Plat
Plantations	PL-1A-C1	PL-4A-C7 PL-1C-C1 PL-10B-I1	PL-5A-C7 PL-5B-C7	PL-7B-D1 PL-7C-D1 PL-8A-D1 PL-8B-D1 PL-12A-I1 PL-12B-I1	PL-10D-I1	PL-2A-C1 PL-2B-C1 PL-3A-C1 PL-3B-C1 PL-4C-C7 PL-11B-I1 PL-11C-I1	PL-7A-D1 PL-9A-D1 PL-1B-C1 PL-4B-C7 PL-10C-I1 PL-11A-I1 PL-10A-I1 PL-6A-C7

La pente au sein des plantations :

Au vu de ces résultats, nous pouvons dire que, lorsque les plantations sont implantées sur des pentes, ces dernières sont généralement > 25% (Tableau 12). Seules, les trois plantations de la land unit C7, présentent des pentes faibles.

Tableau 12 : Synthèse des pentes rencontrées.

La pente (%)	0 ➔ relief plat...		0<...≤15	15<...≤25	25<...≤35	>35	
Plantations	PL-7A-D1	PL-10A-I1	PL-2A-C1 PL-2B-C1 PL-5A-C7 PL-5B-C7	PL-1A-C1 PL-1C-C1 PL-4A-C7 PL-4C-C7	PL-3A-C1 PL-3B-C1 PL-8A-D1 PL-8B-D1	PL-10B-I1 PL-10D-I1 PL-11B-I1 PL-11C-I1	PL-12A-I1 PL-12B-I1
	PL-9A-D1	PL-10C-I1					
	PL-1B-C1	PL-11A-I1					
	PL-6A-C7						

Les sondages au sein des plantations :

Plus de 80 % des sondages réalisés dans les plantations présentent trois horizons (voire moins de trois horizons) au sein de leur profil (Tableau 13). Par ailleurs, les plantations qui possèdent les profils de sol les plus hétérogènes, sont : PL-6-C7 et PL-9-D1.

Les plantations, appartenant à la land unit C1, ont des profondeurs atteignant de 40 à 80 cm. Or, les plantations que l'on rencontre sur la land unit C7, sont plus profondes (60 à 100 cm). Par contre, celles

situées, dans la land unit I1, présentent de faibles profondeurs (< 40cm). Enfin, les profondeurs des plantations appartenant à la land unit D1, sont plus variables.

Tableau 13 : Synthèse du nombre d'horizons et de la profondeur des sondages.

Le nombre d'horizons	1	2	3	4	5	6	
Plantations	PL-10C-I1	PL-7A-D1 PL-7B-D1 PL-10B-I1 PL-11B-I1	PL-4B-C7 PL-7C-D1 PL-10A-I1 PL-10D-I1 PL-11A-I1 PL-11C-I1 PL-12A-I1 PL-12B-I1				< 40
	PL-1A-C1 PL-1B-C1	PL-8B-D1	PL-2B-C1 PL-3A-C1 PL-8A-D1	PL-1C-C1			40 ≤ ... < 60
		PL-2A-C1 PL-5A-C7		PL-4A-C7	PL-6A-C7	PL-5B-C7	60 ≤ ... < 80
			PL-4C-C7				80 ≤ ... < 100
		PL-3B-C1			PL-9A-D1		≥ 100

La teinte des sols, des plantations d'ylang-ylang varie dans la gamme des 7,5 YR, 5YR, 2,5 YR. Les 2/3 des plantations présentent une teinte 2,5 YR (sol brun-rougeâtre) (Tableau 14).

Tableau 14 : Synthèse de la teinte (Hue) des sondages.

La teinte (Hue)	2,5 YR	5 YR	7,5 YR
Plantations	PL-1A-C1 PL-1B-C1 PL-2A-C1 PL-4A-C7 PL-4B-C7 PL-4C-C7 PL-5A-C7 sur le premier horizon PL-5B-C7 PL-7A-D1 PL-7B-D1 PL-7C-D1 PL-8A-D1 PL-8B-D1 PL-10A-I1 PL-10B-I1 PL-10D-I1 sur les derniers horizons PL-11A-I1 PL-11B-I1	PL-1C-C1 PL-2B-C1 PL-3A-C1 PL-3B-C1 PL-5A-C7 sur les derniers horizons PL-6A-C7 sur les derniers horizons PL-9A-D1 PL-10C-I1 PL-10D-I1 sur le premier horizon PL-12A-I1 PL-12B-I1	PL-6A-C7 sur les 2 premiers horizons PL-11C-I1

Un tiers, des profils décrits au cours des sondages effectués dans les plantations, ne présente pas de taches (Tableau 15). Les conditions hydriques de ces sous-parcelles semblent être correctes. Pour les autres sondages (2/3), des taches ont été observées. Ces taches sont, principalement, dues à des phénomènes d'oxydoréduction liés (ce sont les phénomènes) à un taux d'humidité élevé dans les horizons concernés. Dans certains cas, il nous a fallu interpréter la présence de taches, comme une décomposition de la roche mère, notamment en lien avec le front d'altération. Néanmoins, ces taches résultent, dans les deux cas, d'un ralentissement de l'eau dans les horizons concernés.

Globalement, les plantations de la land unit C1 ne présentent pas de taches comme celles rencontrées dans les plantations issues des land units C7 et I1. Les plantations de la land unit D1 sont à étudier au cas, par cas.

Tableau 15 : Synthèse des taches au sein des sondages.

Les taches	Non présentes	Dues à des phénomènes d'oxydoréduction	Dues au front d'altération
Plantations	PL-1A-C1 PL-7A-D1 PL-1B-C1 PL-7B-D1 PL-2A-C1 PL-8B-D1 PL-2B-C1 PL-10C-I1 PL-3B-C1 PL-11B-I1	PL-1C-C1 PL-7C-D1 PL-12A-I1 PL-3A-C1 PL-8A-D1 PL-12B-I1 PL-4A-C7 PL-10A-I1 PL-4B-C7 PL-10B-I1 PL-4C-C7 PL-10D-I1	PL-5A-C7 PL-11C-I1 PL-5B-C7 PL-6A-C7 PL-9A-D1 PL-11A-I1

Au vu des observations du Tableau 16, les plantations de la land unit C1 ne possèdent pas de charges caillouteuses dans leur profil alors que l'on peut en retrouver dans les plantations issues de la land unit C7. Ces charges n'ont pas pu être identifiées sur le terrain. Néanmoins, la carte de Latrille (1985) nous renseigne que C7 se localise sur des laves indifférenciées de fonds de vallées. Les plantations situées sur D1 présentent également des charges, sauf les sous-parcelles localisées en haut de versant. Toujours, selon, Latrille (1985), nous nous situons sur des basaltes. Les charges caractérisant certaines sous-parcelles de la land unit I1 ont été identifiées comme étant du basalte.

Tableau 16: Synthèse de la charge au sein des sondages.

La charge	Non présente	Présente	Nature de la charge
Plantations	PL-1A-C1 PL-1B-C1 PL-1C-C1 PL-2A-C1 PL-2B-C1 PL-3A-C1 PL-3B-C1 PL-4A-C7 PL-7B-D1 PL-8A-D1 PL-10B-I1 PL-10D-I1 PL-11A-I1 PL-12A-I1 PL-12B-I1	PL-4B-C7 PL-4C-C7	La nature de la charge dans le profil n'a pas pu être identifiée sur le terrain. De la pouzzolane était présente en surface. La carte de Latrille nous renseigne que les plantations de la land unit C7 se localisent sur des laves indifférenciées.
		PL-5A-C7 PL-5B-C7 PL-6A-C7	La nature de la charge dans le profil n'a pas pu être identifiée sur le terrain. La carte de Latrille nous renseigne que les plantations de la land unit C7 se localisent sur des laves indifférenciées.
		PL-7A-D1 PL-8B-D1 PL-7C-D1 PL-9A-D1	La nature de la charge dans le profil n'a pas pu être identifiée sur le terrain. La carte de Latrille nous renseigne que les plantations de la land unit D1 se localisent sur des basaltes.
		PL-10A-I1 PL-11B-I1 PL-10C-I1 PL-11C-I1	La nature de la charge dans le profil a été identifiée sur le terrain comme étant du basalte. De plus, la carte de Latrille nous renseigne que les plantations de la land unit I1 se localisent sur des basaltes.

La texture du sol varie selon les sondages, et au sein même, des profils. Néanmoins, les textures, les plus couramment rencontrées, sont des argiles sableuses et/ou des argiles limoneuses.

5.1.3.3.6 Analyses chimiques des relevés de sol au sein des plantations :

Dans la suite de ce travail, l'analyse sera subdivisée en deux niveaux d'étude :

- la variation intraparcellaire versus interparcellaire, étudiée sur les sous-parcelles des plantations PL-1-C1, PL-4-C7, PL-7-D1 et PL-10-I1
- la variation interparcellaire versus land units, étudiée sur les plantations PL-2-C1, PL-3-C1, PL-5-C7, PL-6-C7, PL-8-D1, PL-9-D1, PL-11-I1 et PL-12-I1.

Les tableaux reprenant l'ensemble des résultats des analyses chimiques se trouvent à l'annexe ...

L'interprétation des analyses chimiques s'orientera autour de trois axes : le statut acido-basique, le statut organique et le statut nutritif.

La variation intraparcellaire >< interparcellaire :

- Le statut acido-basique :

Les analyses de sol nous indiquent que toutes les plantations étudiées présentent un sol acide (Figure 75). En effet, le pH KCl est compris entre 4.7 et 5.9. Sur le terrain, un kit pH nous indiquait des sols présentant une acidité comprise entre des pH 4 et 5.

Au vu de la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, la variation de

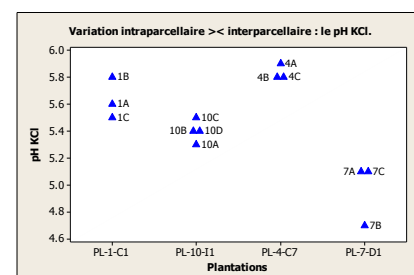


Figure 75 : Intraparcellaire, le statut acido-basique.

pH est plus importante au niveau interparcellaire. La plantation PL-7-D1 présentant, quant à elle, des pH plus acides que les autres plantations, surtout dans la sous-parcelle PL-7B-D1.

- *Le statut organique :*

Au vu des Figures 76 et 77, le statut organique est constant au sein des plantations et entre celles-ci. Néanmoins, la plantation PL-7-D1 voit, son taux de carbone organique total et son taux d'azote total, plus bas pour les sous-parcelles 7B et 7C. Le rapport C/N, indiquant la qualité de la matière organique, est bon pour les quatre plantations. Il la situe entre 10 et 13.

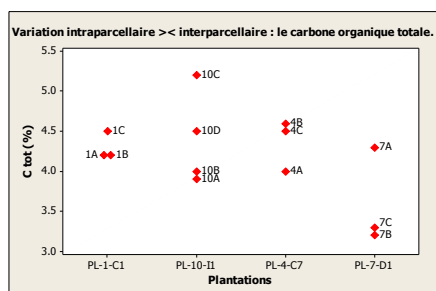


Figure 77 : Variation intraparcellaire versus interparcellaire : Ctot.

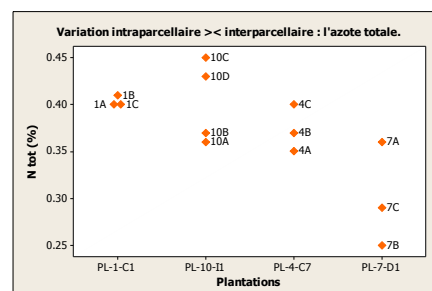


Figure 76 : Variation intraparcellaire versus interparcellaire : Ntot.

- *Le statut nutritif (Figure 78):*

Le phosphore n'a pas été représenté graphiquement, au vu des résultats issus des analyses chimiques : le taux de phosphore étant inférieur à 1%. Il existe donc une carence de cet élément dans les plantations.

La variation se marque, ici aussi, davantage à un niveau interparcellaire mais elle est présente au sein des plantations, notamment pour le potassium. Les plantations PL-1-C1 et PL-7-D1 sont les plus homogènes. La plantation PL-7-D1 possède, quant à elle, les teneurs en éléments disponibles, les plus basses.

Au vu de ces résultats, seul l'élément calcium semble constant au sein des plantations. Nous remarquons que l'ensemble PL-10C-II est néanmoins très éloigné des autres ensembles de sa plantation. Cet ensemble représente un fond de cuvette, traversé par une rivière.

Nous remarquons également que le taux de Mg est systématiquement plus élevé pour les ensembles se situant en bas de versant, excepté pour PL-1-C1 où le taux de Mg est constant sur toute la plantation.

Globalement, la sous-parcelle PL-10C-II est la sous parcelle présentant les taux de Mg et Ca les plus élevés (66mg/100g et 356mg/100g). La sous-parcelle PL-4A-C7 possède le taux de K le plus élevé (28mg/100g). De plus, son taux de Ca est également haut (281 mg/100g) et lié au pH KCl, le moins acide au sein des sous-parcelles (5,9). Inversement, la sous-parcelle PL-7B-D1 présente les taux de Mg, Ca et K les plus faibles (21mg/100g, 62mg/100g et 5mg/100g). D'une manière générale, les sous-parcelles issues de PL-7-D1 présentent des taux en éléments disponibles moindres.

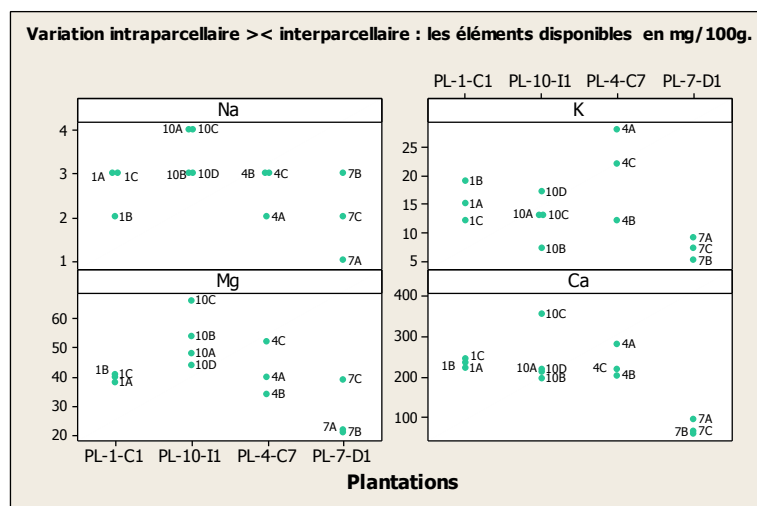


Figure 78 : Variation intraparcellaire versus interparcellaire : les éléments disponibles.

La classification hiérarchique des sols des sous-parcelles sur base des résultats d'analyse chimique des sols met en évidence quatre groupes de sol (Figure 79)

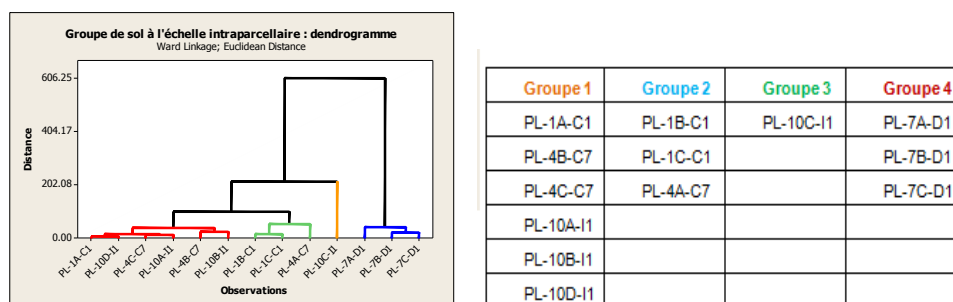


Figure 79 : Dendrogramme des groupes de sol à l'échelle intraparcellaire.

La variation interparcellaire >< land units :

• Le statut acido-basique :

Les pH sont acides et varient entre 5,1 et 5,7. Sur le terrain, un kit pH nous indiquait des sols présentant une acidité comprise entre des pH 4 et 6.

Au vu de la Figure 80, les pH KCL des plantations issues des land units C1 et C7 sont homogènes au sein de la land unit mais ils diffèrent entre les deux land units. Concernant les quatre autres plantations, la variation du pH KCL est une variation interparcellaire, non liée à l'appartenance d'une land unit.

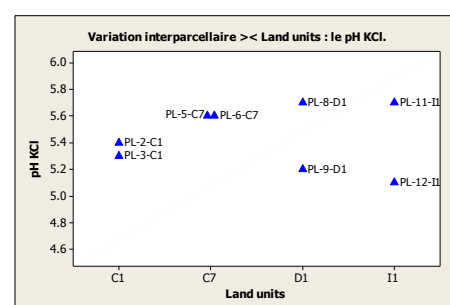


Figure 80 : variation interparcellaire versus land units : pH KCL.

• Le statut organique :

Au vu des Figures 81 et 82, le statut organique est constant au sein des land units et entre les plantations. La plantation PL-6-C7 voit néanmoins son taux de carbone organique total et son taux d'azote total plus faible que dans les autres plantations. Le rapport C/N, traduisant la qualité de la matière organique est bon pour les quatre plantations et situe entre 10 et 12.

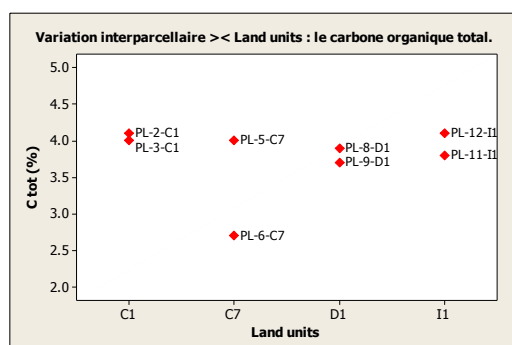


Figure 81 : Variation interparcellaire versus land units : Ctot.

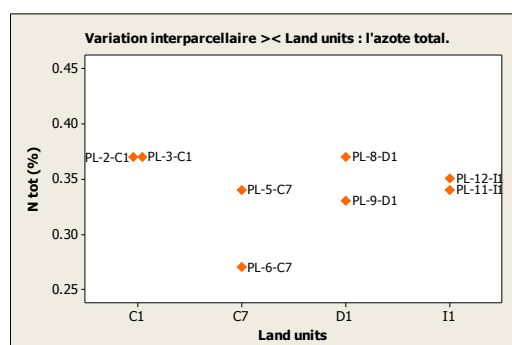


Figure 82 : Variation interparcellaire versus land units : Ntot.

• Le statut nutritionnel (Figure 83) :

Le phosphore n'a pas été représenté graphiquement, au vu des résultats issus des analyses chimiques : le taux de phosphore étant inférieur à 1%. Il existe donc une carence de cet élément dans les plantations.

La variation de la teneur en potassium est liée à la variabilité entre les land units, exceptés pour les plantations PL-11-I1 et PL-12-I1, où l'appartenance à la même land unit semble n'avoir aucun effet, quant à la teneur en potassium.

La teneur en magnésium est relativement constante (entre 30 et 40 mg/100g) pour la plupart des plantations sauf pour : PL-3-C1 et PL-9-D1, où elle est plus élevée.

La teneur en calcium est également constante (entre 100 et 200 mg/100g) pour la plupart des plantations hormis pour pour : PL-9-D1, où elle est plus faible.

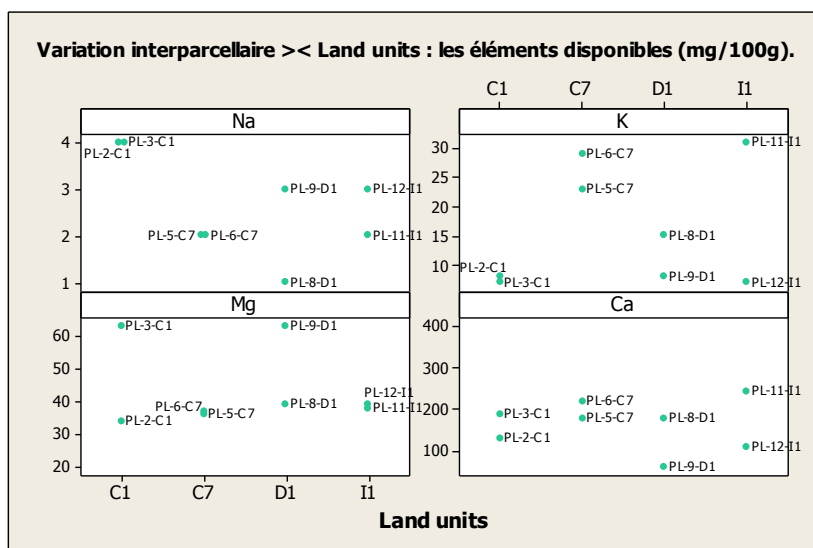


Figure 83 : variation interparcellaire versus land units : éléments disponibles.

La classification hiérarchique des sols des sous-parcelles sur base des résultats d'analyse chimique des sols met en évidence quatre groupes de sol (Figure 84)

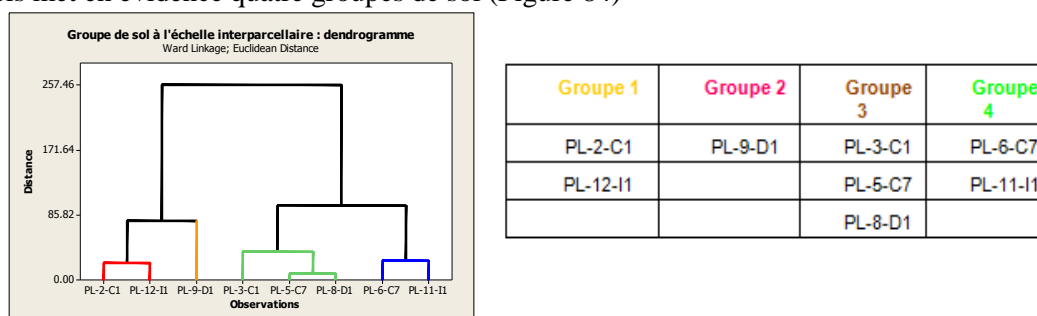


Figure 84 : Dendrogramme des groupes de sol à l'échelle interparcellaire

Evolution de la teneur en éléments disponibles en profondeur.

Les éléments disponibles diminuent avec la profondeur, excepté pour le sodium, qui lui, reste constant (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

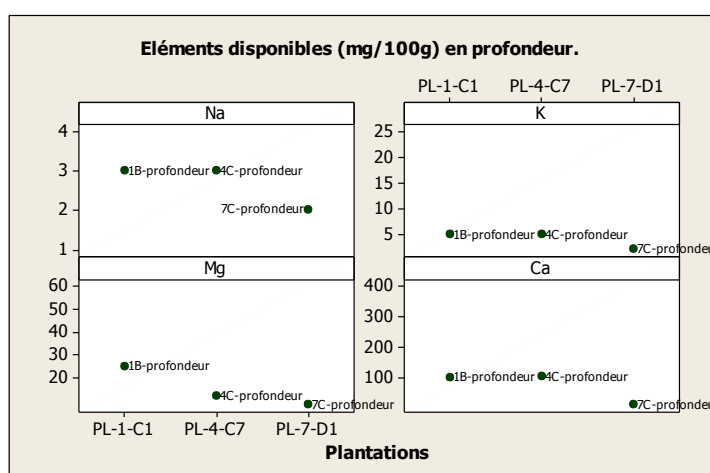


Figure 85 : Eléments disponibles en profondeur.

5.1.4 Discussion :

5.1.4.1 Les facteurs humains

La production de l'ylang-ylang est étroitement liée à l'histoire de l'île de Mayotte : son époque coloniale, son indépendance, et maintenant, sa départementalisation française. Tout commence avec la société coloniale de la Bambao qui a permis à l'île d'être l'un des exportateurs mondiaux les plus importants d'huile essentielle d'ylang-ylang. L'indépendance de Mayotte a, quant à elle, offert la possibilité aux mahorais de racheter des parcelles de plantation et de s'approprier, peu à peu, cette culture emblématique. L'ylang-ylang est, à cette époque un des symboles de l'île. C'est pourquoi Mayotte sera surnommée : « l'île aux parfums ».

Aujourd'hui, la départementalisation française est l'une des causes de la diminution de l'exploitation de l'ylang-ylang sur l'île. Par exemple, le niveau de vie, plus élevé à Mayotte, ne permet plus d'être concurrentiel sur le marché mondial de l'ylang-ylang. Cette concurrence existe notamment par rapport aux deux îles voisines, les Comores et Madagascar qui produisent, elles aussi, en quantité importante et à moindres coûts, l'huile essentielle de cet arbre à parfum.

Malheureusement, les connaissances sur l'origine, l'évolution et l'histoire de l'ylang-ylang sur l'île de Mayotte ne se transmettent qu'à travers les dires des anciens. Dires qu'ils détiennent, eux-mêmes, de leurs aïeux, de leurs souvenirs, voire de leur propre vécu. En effet, très peu d'écrits existent aujourd'hui. La majorité des ouvrages ayant disparu dans un incendie en 1993. L'histoire de cette époque s'enfonce, peu à peu, dans l'oubli. Il est donc primordial, pour préserver ce patrimoine culturel et historique, de retracer, par écrit, l'histoire de cet arbre à parfum à Mayotte. Cela permettrait également de mieux comprendre les réalités actuelles des producteurs-distillateurs mahorais, tant dans leurs manières de faire, de produire et de favoriser, oui ou non, une production de l'ylang-ylang sur l'île.

Un des éléments importants dans la fabrication de l'huile essentielle de l'ylang-ylang est, sans nul doute, l'appareil de distillation. Le choix du matériel, son exploitation et sa modernisation vont être des atouts non négligeables en termes de rendement et de qualité.

Aussi, les producteurs-distillateurs mahorais utilisent, majoritairement, des appareils de distillation en galvas, fonctionnant au bois de chauffe. Ce modèle a l'avantage d'avoir un coût d'investissement faible, plus accessible pour les producteurs souhaitant s'engager dans la distillation d'huile essentielle. Cependant, leur durée de vie est plus courte qu'un alambic en inox. A Mayotte, l'utilisation du feu ouvert, est adaptée à l'alambic galvanisé. Le col de cygne utilisé sur l'île diffère, de ceux utilisés à Anjouan, par ses angles arrondis.

Un modèle plus moderne, l'alambic en inox, a fait son apparition sur l'île. Néanmoins, l'utilisation de ce nouvel alambic nécessite, à la fois, une formation des distillateurs pour une utilisation adéquate et un suivi de l'appareil en termes d'entretien, de sécurité, de viabilité, de rénovation, par exemple. En effet, il fonctionne au pétrole et les risques encourus suite à une mauvaise manipulation sont très importants. Ce suivi est inexistant aujourd'hui et les alambics en inox sont laissés à l'abandon à côté des alambics en galvas. Pourtant, les rendements de ce nouveau modèle paraissent plus élevés selon les explications de Monsieur Oheix mais, une étude confirmant cette affirmation, serait toutefois nécessaire. En effet, un travail précédent a démontré que le moyen de chauffe au pétrole permet d'obtenir une meilleure qualité d'huile. Néanmoins, il engendrait également une baisse de rendement (Dumortier 2006). Cette modernisation des moyens techniques pourrait donner l'opportunité à l'île, d'être plus concurrentielle, quant à la qualité des huiles essentielles sur le marché. Néanmoins, les avantages et les inconvénients de cette modernisation doivent être étudiés plus en avant, parce qu'il est essentiel de trouver un juste milieu, entre modernité et savoir-faire, pour préserver la typicité de cette production, tout en la rendant plus compétitive.

Un constat général est à faire sur l'île de Mayotte ; la filière Ylang est aujourd'hui en déclin. Au vu de la description de la filière actuelle, des problèmes sont rencontrés à tous les stades de cette dernière. Tout d'abord, les jeunes producteurs ne s'intéressent plus à ce marché. En 2003, les

personnes âgées de moins de 30 ans ne représentaient que 2 % des producteurs ; c'est dire que la jeunesse n'est plus motivée pour reprendre ce marché. Les collecteurs sont, quant à eux, passés de trois en 2006 à un seul en 2010. Les producteurs-distillateurs favorisent la vente locale et certains d'entre eux essaient de vendre leur huile, de manière individuelle, directement chez l'acheteur. Ce mode de fonctionnement peut nuire à la filière, car bien souvent, ces vendeurs individuels proposent des prix beaucoup trop élevés.

Une solution envisageable à entrevoir serait de faire valoir la qualité de l'huile essentielle de Mayotte afin que les acheteurs acceptent de monter leurs prix. Sans une augmentation du prix de vente de l'huile essentielle, voire des aides financières aux producteurs ; la filière Ylang ne sera plus rentable et n'intéressera pas les jeunes à se lancer dans ce marché. Un autre moyen d'aider la filière serait de mettre en place une labellisation de l'huile essentielle d'ylang-ylang à Mayotte. Cette labellisation pourrait découler d'une demande de reconnaissance d'appellation d'origine protégée, l'AOP, ou d'une demande de label biologique.

Une autre pièce maîtresse à la chaîne de production est « le collecteur ». Il est l'intermédiaire entre les acheteurs et les distillateurs. Il garantit aussi la qualité des huiles vendues. Sans lui, le marché est instable et les risques de frelatage augmentent considérablement. Il en va de la réputation de l'île, de maintenir des collecteurs à Mayotte.

5.1.4.2 Les facteurs naturels :

La superposition des informations cartographiques sur la géologie et la morphopédologie de Mayotte a mis en évidence trente et une land units. Ce chiffre est élevé pour une île de 370 km. Il traduit l'hétérogénéité importante de Mayotte. Les unités territoriales changent en l'espace de 1 km. Au vu de cette géomorphopédologie particulière de l'île, l'homogénéité des land units, définie sur la carte, peut ne pas traduire la réalité de terrain.

Quatre land units ont été sélectionnées sur base des informations concernant l'ylang-ylang. Elles ont été caractérisées à l'aide des données concernant la géologie, la morphologie, la pédologie et les précipitations. Un complément d'information, sur les données météorologiques telles que les températures, l'insolation et l'humidité relative au sein des différentes régions de l'île, aurait permis de caractériser davantage ces régions. Quoiqu'il en soit, ces informations n'ont pu être récoltées au cours de cette étude. Ces quatre land units diffèrent, toutes, les unes des autres. Elles traduisent ainsi une partie de l'hétérogénéité de l'île. Les plantations choisies au sein de ces land units se localisent, à priori, dans des régions présentant des conditions environnementales différentes.

La description, de chaque plantation sélectionnée, permet de définir le contexte général de 12 plantations d'ylang-ylang présentes sur l'île. Les plantations étudiées se localisent, majoritairement, à moins de 200 m d'altitude, sur un relief plat ou sur des pentes relativement élevées (>25%), et orientées à l'Ouest ou au Sud. Les teintes de couleurs du sol varient entre 5YR et 2,5YR (un sol brun-rougeâtre à un sol rougeâtre). Les profils de sols présentent, le plus souvent, moins de trois horizons. La profondeur varie, quant à elle, selon les land units. Des taches sont rencontrées dans 60 % des sondages.

Au regard de ces résultats, une variation des conditions environnementales, à l'échelle intraparcellaire, existe. Néanmoins, la variation est plus marquée entre les plantations. En effet, les paramètres environnementaux (l'altitude, la pente et l'exposition) indiquent une variation interparcellaire. Ces paramètres ne sont pas corrélés à l'appartenance d'une land unit, excepté pour la land unit II où les pentes sont toutes supérieures à 35 %. Les sondages sont, quant à eux, similaires dans les plantations issues de la même land unit.

Les analyses chimiques des sols ont été réalisées à deux niveaux d'échelle d'interprétation : l'intraparcellaire et l'interparcellaire.

- *Au niveau intraparcellaire :*

L'étude indique que le sol des sous-parcelles étudiées est globalement acide (le pH KCL est compris entre 4,7 et 5,9). La variation de pH est plus importante entre les plantations qu'au sein même

de celles-ci. En ce qui concerne le statut acido-basique, la variation interparcellaire est donc plus importante que la variation intraparcellaire. Le statut organique est, quant à lui, relativement constant sur l'ensemble des sous-parcelles étudiées. Le statut nutritif confirme, lui aussi, que les variations sont plus importantes entre les plantations qu'au sein de ces dernières, malgré leur hétérogénéité.

Les groupes de sol nous confirment également cette tendance. Les sols des plantations 4 et 10 sont proches et diffèrent davantage des sols de la plantation 1 et de la plantation 7. Cependant, dans ces groupes, la variation intraparcellaire est mise en évidence pour certaines sous-parcelles : 1A, 4A et 10C.

- *Au niveau interparcellaire :*

L'étude indique également, que les sols des plantations, sont acides (le pH KCl est compris entre 5,1 et 5,7). Toutefois, les résultats restent mitigés, quant à la variabilité. En effet, concernant les quatre plantations des land units C1 et C7, la variabilité est présente entre les land units, et non, entre les plantations d'une même land unit. En revanche, pour les quatre dernières, la variation est interparcellaire. Ce résultat peut s'expliquer, notamment parce que les plantations issues des land units C1 et C7, sont distantes de moins d'un kilomètre, l'une de l'autre ; alors que les autres sont plus espacées. Ce constat traduirait la non-homogénéité des land units sur le terrain et sur de grandes distances.

Le statut organique est constant au sein des land units et entre les plantations.

L'observation, des éléments disponibles, nous indique que la variation interparcellaire semble plus importante que l'appartenance à une même land unit. Aussi, les groupes de sol confirment cette dernière observation.

Les paramètres environnementaux et les paramètres de sol nous font aboutir au même constat :

- Une variation intraparcellaire existe. Pourtant, les variations interparcellaires sont plus marquées que les variations intraparcellaires.
- L'appartenance, à une même land unit, influe sur les plantations d'ylang-ylang. Or, les variations interparcellaires sont là aussi plus importantes.

La production de l'huile essentielle de l'ylang-ylang et sa pérennité sur l'île de Mayotte dépendent de bien des facteurs. Des facteurs, sans nul doute, humains tout d'abord, puisque sans l'homme, son savoir et sa volonté de poursuivre dans ce projet, plus rien ne semble possible. Le déclin de la production s'est engagé, et sans l'aide des pouvoirs en place, c'est vers une fin progressive, mais certaine que l'ylang-ylang risque de perdre toute sa symbolique d'autrefois dans l'île de Mayotte.

L'homme est également indispensable pour agir sur l'environnement, sur la production et sur son évolution, même si des facteurs naturels sont non négligeables. Pour cela, il faudrait redonner un souffle nouveau et rendre, à Mayotte, son surnom d' : « île aux parfums ». Peut-être aussi, envisager une production davantage orientée vers une vision plus culturelle que productive, mettant en avant davantage, sa méthode de production à l'ancienne. Cela donnerait la possibilité de justifier son coût de production, d'investir dans du matériel neuf mais gardant son originalité et ses méthodes d'autrefois. Il y aurait à exploiter dans ce domaine.

Par ailleurs, il serait intéressant d'investiguer, plus en avant, dans l'étude des land units. D'y réaliser des sondages plus pointus pour observer plus minutieusement comment les variations des conditions environnementales, à l'échelle intraparcellaire et interparcellaire, s'opèrent puisque cette étude n'a permis que de soulever certains paramètres et sous-tendre à quelques analyses. Une étude plus complète, et couvrant l'ensemble du territoire de l'île, permettrait probablement d'apporter d'autres informations sur la spécificité de l'ylang-ylang sur l'île de Mayotte.

5.2 Caractérisation de l'impact des paramètres environnementaux et du type de sol sur la qualité des huiles essentielles d'ylang-ylang à différentes échelles.

5.2.1 L'échelle intraparcellaire :

Les huiles étudiées dans cette partie sont celles obtenues, à la suite de la distillation des fleurs récoltées dans les sous-parcelles des plantations PL-1-C1, PL-4-C7, PL-7-D1 et PL-10-I1.

L'objectif de l'étude intraparcellaire est d'observer si les variations de sol et des paramètres environnementaux, au sein d'une même plantation, influent sur l'huile essentielle d'ylang-ylang

Pour simplifier la comparaison des huiles aux paramètres étudiés dans la première partie des résultats, un tableau synthétique des sous-parcelles de ces 4 plantations a été réalisé. Il reprend les paramètres environnementaux mis en avant dans la première partie de ce travail. Il se trouve à l'annexe 4. De plus, au vu du faible pourcentage d'explication apporté par l'axe Z3, les représentations graphiques de ce dernier ont été placées à l'annexe 5.

5.2.1.1 La première fraction récoltée :

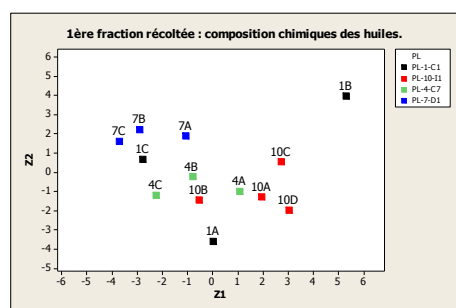


Figure 88 : Fraction 1, ACP sur l'axe Z1-Z2.

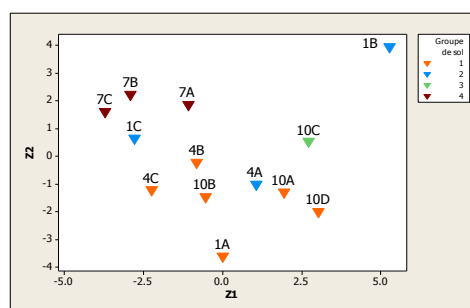


Figure 87 : Fraction 1, ACP selon des groupes de sol.

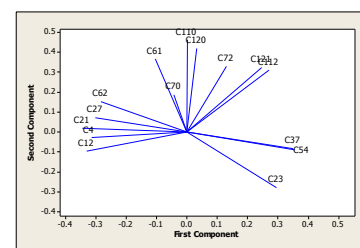


Figure 86 : Répartition des composés sur Z1-Z2.

Observations :

- L'axe Z1 explique 45,3 % de l'information.
 - Corrélié positivement, il correspond, du plus corrélié au moins corrélié, aux éléments chimiques suivants : « Acétate de géranyle » (C54), « Géraniol » (C37), « Linalol » (C23).
 - Corrélié négativement, il correspond, du plus corrélié au moins corrélié, aux éléments chimiques suivants : « Benzoate de méthyle » (C21), « Ether de p-crésyl méthyle » (C12), « Acétate de prényle » (C4), « B-Caryophyllène » (C62).
- L'axe Z2 explique 27,3 % de l'information.
 - Corrélié positivement, il correspond, du plus corrélié au moins corrélié, aux éléments chimiques suivants : « (E,E)-Farnésol » (C110), « Acétate de (E,E)-farnésyle » (C120), « (E,E)- α -Farnésène » (C72), « Salicylate de benzyle » (C121), « Benzoate de benzyle » (C112).
- L'axe Z3 explique 14,9 % de l'information.
 - Corrélié positivement, il correspond à l'élément chimique suivant : « D-Germacrène » (C70)
 - Corrélié négativement, il correspond à l'élément chimique suivant : « Acétate de E-cinnamyle » (C61), « Acétate de benzyle » (C27).

Les représentations graphiques de l'ACP (Figure 87 et 88) indiquent que les huiles issues des sous-parcelles appartenant à la même plantation sont proches, à l'exception de celles provenant de la plantation PL-1-C1. Néanmoins, les points ne se superposent pas sur la représentation graphique de l'ACP. La variation intraparcellaire des paramètres environnementaux (l'exposition, la pente et la position dans le relief) a peu d'influence sur l'huile essentielle.

La figure, représentant la proportion de chaque composé chimique dans les sous-parcelles (Figure 89) indique que la première fraction récoltée est essentiellement représentée par les esters

(variation de bleu), le Linalol (C23), appartenant à la famille des alcools et l'Ether de *p*-crésyl méthyle (C12), appartenant à la famille des éthers.

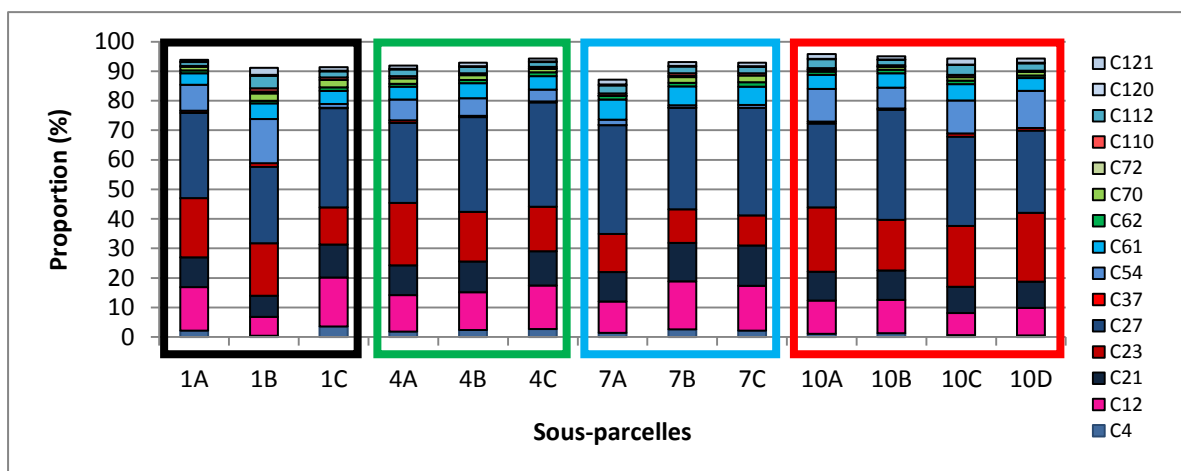


Figure 89 : Histogramme des composés chimiques de l'huile.

- *Les sous-parcelles de la plantation PL-4-C7 (sur le graphique : 4A, 4B et 4C) :*

Ces sous-parcelles ont une composition chimique proche. Ces trois sous-parcelles appartiennent à la même plantation.

La composition chimique de l'huile essentielle de 4A se différencie sur l'axe Z1 de 4B et 4C. La sous-parcelle 4A produit une huile essentielle plus riche en Linalol et moins riche en Acétate de benzyle que les deux autres. Cette différence peut s'expliquer notamment parce que la composition chimique du sol varie à cet endroit. En effet, au vu de la Figure 87, la sous-parcelle 4A appartient au groupe de sol 2 alors que les sous-parcelles 4B et 4C appartiennent au groupe de sol 1.

- *Les sous-parcelles de la plantation PL-7-D1 (sur le graphique : 7A, 7B et 7C) :*

Ces sous-parcelles ont une composition chimique proche. Ces trois sous-parcelles appartiennent à la même plantation.

La Figure 87 indique que les sols des sous-parcelles 7A, 7B et 7C se différencient fortement des autres sols rencontrés. En effet, ce groupe est caractérisé par les taux en éléments disponibles les plus bas et le pH KCl le plus acide (Figure 75). La plantation PL-7-D1 se différencie également des autres plantations par son altitude plus élevée (300<...<350m).

- *Les sous-parcelles de la plantation PL-10-I1 (sur le graphique : 10A, 10B, 10C et 10D) :*

Ces sous-parcelles ont une composition chimique proche. Ces quatre sous-parcelles appartiennent à la même plantation.

La composition chimique de l'huile essentielle de 10B se différencie sur l'axe Z1 des autres sous-parcelles de la plantation PL-10-I1. La sous-parcelle 10B produit une huile essentielle plus riche en Acétate de benzyle et, inversement, moins riche en Linalol et en Acétate de géranyle que les trois autres. L'analyse des différents paramètres mesurés (paramètres environnementaux et sondages effectués), ne semble pas expliquer cette différence. Cette sous-parcelle appartient également au même groupe de sol que 10A et 10D. Néanmoins, la sous-parcelle 10B diffère des autres sous-parcelles de la plantation PL-10-I1 par son taux en potassium faible (Figure 78)

- *Les sous-parcelles de la plantation PL-1-C1 (sur le graphique : 1A, 1B et 1C) :*

Ces trois sous-parcelles appartiennent à la même plantation, mais elles diffèrent dans la proportion de leurs composés chimiques.

L'huile de la sous-parcelle 1A est proche sur l'axe Z1 et Z3 de l'huile de la sous-parcelle 4A. Leurs composés chimiques sont présents en proportion égale.

L'huile de la sous-parcelle 1B se rapproche de celles des sous-parcelles de la plantation PL-10-I1 par son taux plus faible en Acétate de prényle (C4), en Ether de *p*-crésyl méthyle (C12) et en Benzoate de méthyle (C21).

L'huile de la sous-parcelle 1C se rapproche de celles des sous-parcelles de la plantation PL-7-D1.

Les groupes de sol n'expliquent pas ces rapprochements. De plus, aucune similitude quant à leurs paramètres environnementaux n'a été mise en évidence.

5.2.1.2 La deuxième fraction récoltée

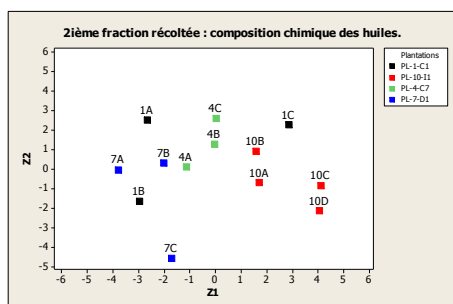


Figure 92 : Fraction2, ACP selon Z1-Z2.

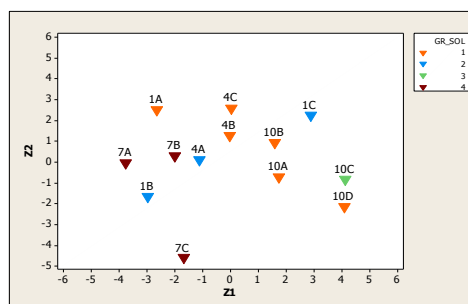


Figure 91 : Fraction2, ACP selon les groupes de sol.

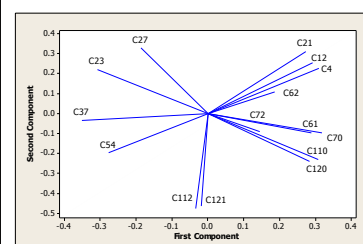


Figure 90 : Répartition des composés sur Z1-Z2.

Observations :

- L'axe Z1 explique 47,7 % de l'information.
 - Corrélié positivement, il correspond, du plus corrélié au moins corrélié, aux éléments chimiques suivants : « *D*-Germacrène » (C70), « Acétate de prényle » (C4), «(E,E)- Farnésol » (C110), « Ether de *p*-crésyl méthyle » (C12), « Acétate de (E,E)- farnésyle » (C120).
 - Corrélié négativement, il correspond, du plus corrélié au moins corrélié, aux éléments chimiques suivants : « Géraniol » (C37), « Linalol » (C23), « Acétate de géranyle » (C54).
- L'axe Z2 explique 27,9 % de l'information.
 - Corrélié positivement, il correspond, du plus corrélié au moins corrélié, aux éléments chimiques suivants : « Acétate de benzyle » (C27), « Benzoate de méthyle » (C21).
 - Corrélié négativement, il correspond, du plus corrélié au moins corrélié, aux éléments chimiques suivants : « Benzoate de benzyle » (C112), « Salicylate de benzyle » (C121).
- L'axe Z3 explique 11,1 % de l'information.
 - Corrélié positivement, il correspond, du plus corrélié au moins corrélié, aux éléments chimiques suivants : «*B*- Caryophyllène » (C62), « Acétate de *E*-cinnamyle » (C61).
 - Corrélié négativement, il correspond à l'élément chimique suivant : « (E,E)-*a*-Farnésène » (C72).

Les représentations graphiques de l'ACP (figure 92 et 93) confirment les observations faites pour la première fraction : la variation intraparcellaire a peu d'influence sur les huiles essentielles d'ylang-ylang au sein de trois plantations sur les quatre étudiées. Les huiles issues des plantations PL-7-D1 et PL-10-I1 s'opposent sur l'axe Z1 de l'ACP. Les huiles provenant des sous-parcelles de PL-4-C7 ont une composition chimique intermédiaire aux deux précédentes. Par conséquent, trois groupes d'huiles, issues de trois plantations différentes, se distinguent.

La figure représentant la proportion de chaque composé chimique (Figure 94) dans les sous-parcelles indique que la composition chimique entre la première et la deuxième fraction change. Les hydrocarbures (variation de vert) sont plus présents et les composés chimiques majoritaires de la première fraction diminuent.

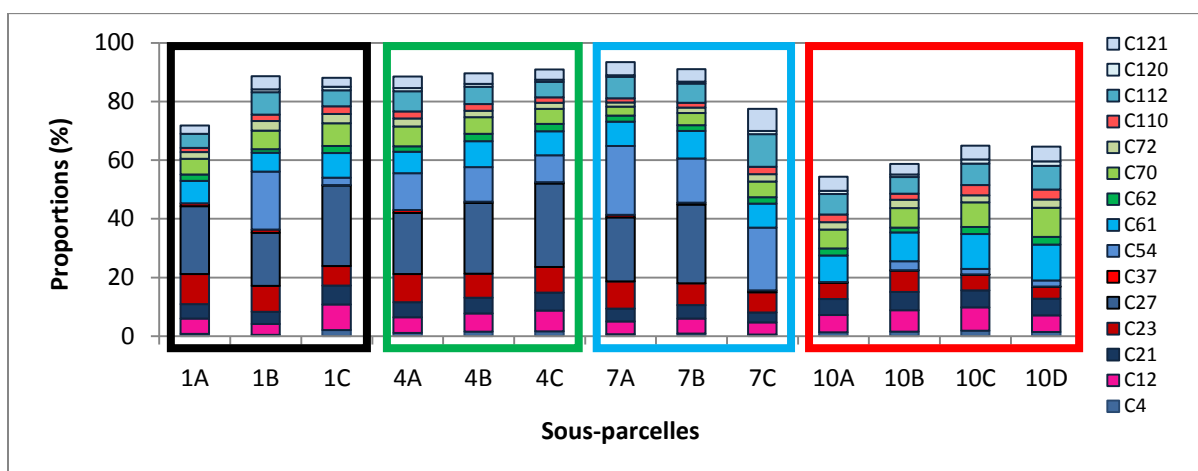


Figure 93 : Fraction 2 : Histogramme des composés chimiques de l'huile

- *Les sous-parcelles de la plantation PL-4-C7 (sur le graphique : 4A, 4B et 4C) :*

Les huiles des sous-parcelles ont une composition chimique proche. Ces trois sous-parcelles appartiennent à la même plantation. Elles sont caractérisées par une moyenne de : 25% d'Acétate de benzyle (C27), 11% d'Acétate de géranyle (C54) et 6% de *D*-Germacrène (C70).

- *Les sous-parcelles de la plantation PL-7-D1 (sur le graphique : 7A, 7B et 7C) :*

Les huiles des sous-parcelles 7A et 7B ont une composition chimique proche. Elles sont caractérisées par une moyenne de : 27% d'Acétate de benzyle (C27), 15% d'Acétate de géranyle (C54) et 4% de *D*-Germacrène (C70).

L'huile de la sous-parcelle 7C diffère des deux autres par l'absence d'Acétate de benzyle. D'après le tableau récapitulatif, la sous-parcelle est située en bas de pente. Elle est la seule dont le sondage a révélé la présence de taches.

- *Les sous-parcelles de la plantation PL-10-I1 (sur le graphique : 10A, 10B, 10C et 10D) :*

Les huiles des sous-parcelles ont une composition chimique proche. Ces trois sous-parcelles appartiennent à la même plantation. Elles sont caractérisées par l'absence d'Acétate de benzyle et par une moyenne de : 2 % d'Acétate de géranyle (C54) et 8 % de *D*-Germacrène (C70).

- *Les sous-parcelles de la plantation PL-1-C1 :*

Ces trois sous-parcelles appartiennent à la même plantation. Par contre, elles diffèrent dans la proportion de leurs composés chimiques.

La sous-parcelle 1A diffère des deux autres par son groupe de sol. Les sous-parcelles 1B et 1C appartiennent au même groupe de sol. Or, d'après le tableau récapitulatif présent à l'annexe..., elles diffèrent entre elles par leur nombre d'horizons et la présence de taches en 1C.

5.2.1.3 La troisième et la quatrième fraction récoltée :

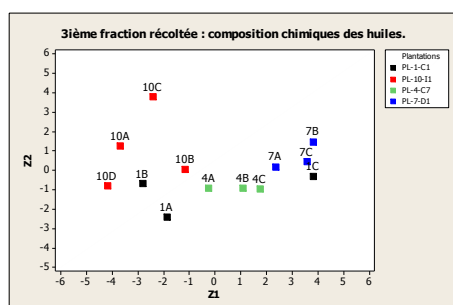


Figure 96 : Fraction 3, ACP selon Z1-Z2.

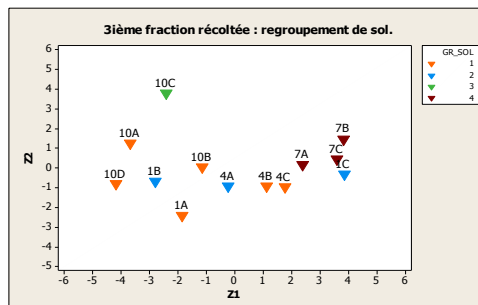


Figure 95 : Fraction 3, ACP selon les groupes de sol.

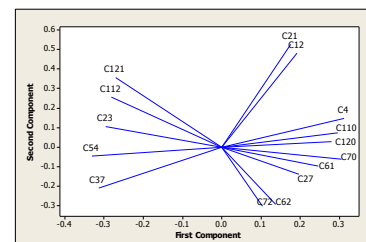


Figure 94 : Répartition des composés sur Z1-Z2.

Observations :

- L'axe Z1 explique 56.6 % de l'information.
 - Corrélié positivement, il correspond, du plus corrélié au moins corrélié, aux éléments chimiques suivants : « Acétate de prényle » (C4), « D- Germacrène » (C70), « (E,E)-Farnésol » (C110), « Acétate de(E,E)-farnésyle » (C120), « Acétate de E-cinnamyle » (C61), « Acétate de benzyle » (C27).
 - Corrélié négativement, il correspond, du plus corrélié au moins corrélié, aux éléments chimiques suivants : « Acétate de géranyle » (C54), « Géraniol » (C37), « Linalol » (C23), « Benzoate de benzyle » (C112), « Salicylate de benzyle » (C121).
- L'axe Z2 explique 15.5 % de l'information.
 - Corrélié positivement, il correspond, du plus corrélié au moins corrélié, aux éléments chimiques suivants : « Benzoate de méthyle » (C21), « Ether de p-crésyl méthyle » (C12).
- L'axe Z3 explique 13.9% de l'information.
 - Corrélié positivement, il est corrélié à l'élément chimique suivant : « B- Caryophyllène » (C62).
 - Corrélié négativement, il est corrélié à l'élément chimique suivant : « (E,E)-a-Farnésène » (C72).

La troisième et quatrième fraction récoltées confirment les observations des deux premières fractions. Au vu de l'interprétation graphique de l'ACP (Figure 96 et 97), les trois groupes d'huile, mis en évidence dans la seconde fraction, sont encore plus distincts les uns des autres.

Les figures, représentant la proportion de chaque composé chimique, respectivement pour la troisième et quatrième fraction récoltée, confirment l'homogénéité globale des plantations (Figure 98 et 99). Les terpènes (variation de vert) sont les composés chimiques majoritaires.

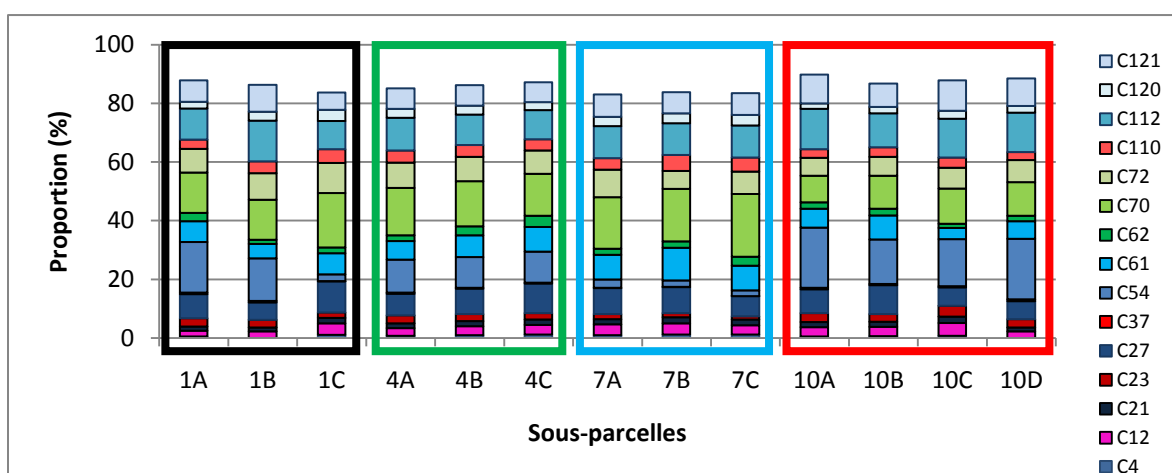


Figure 97 : Fraction 3 : Histogramme des composés chimiques des huiles.

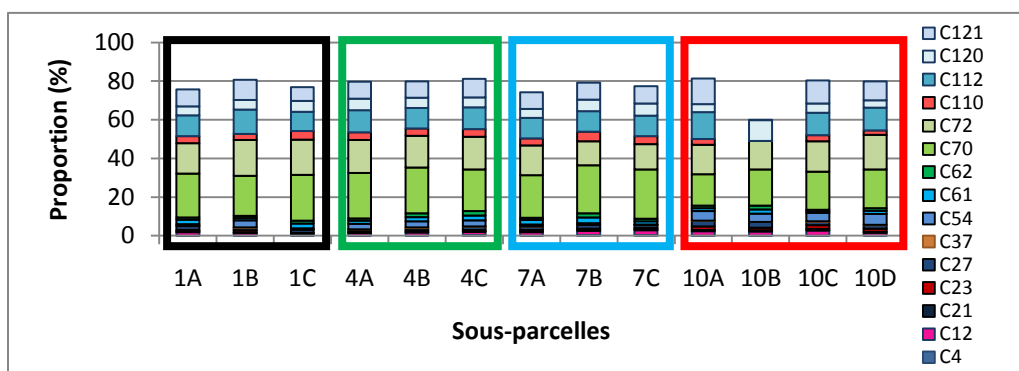


Figure 98 : Fraction 4 : Histogramme des composés chimiques des huiles.

5.2.2 L'échelle interparcellaire :

Dans cette partie, les huiles étudiées sont celles obtenues, à la suite de la distillation des fleurs récoltées dans les plantations suivantes :

- De la land unit C1 : PL-2-C1 et PL-3-C1.
- De la land unit C7 : PL-5-C7 et PL-6-C7.
- De la land unit D1 : PL-8-D1 et PL-9-D1.
- De la land unit I1 : PL-11-I1 et PL-12-I1.

L'objectif de l'étude interparcellaire est d'observer si les variations de sol et les paramètres environnementaux, entre les plantations et entre les land units, influent sur l'huile essentielle d'ylang-ylang.

Pour simplifier la comparaison des huiles aux paramètres étudiés dans la première partie des résultats, un tableau synthétique de ces huit plantations a été réalisé. Il se trouve à l'annexe 4. De plus, au vu du faible pourcentage d'explication apporté par l'axe Z3, la représentation graphique de ce dernier a été placée à l'annexe 6.

5.2.2.1 La première fraction récoltée :

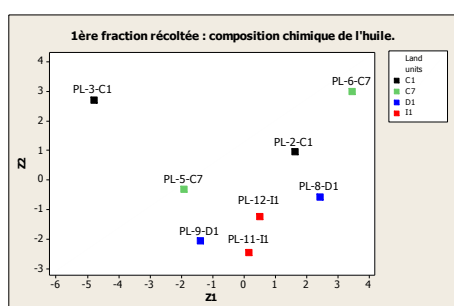


Figure 101 : Fraction1, ACP selon Z1-Z2.

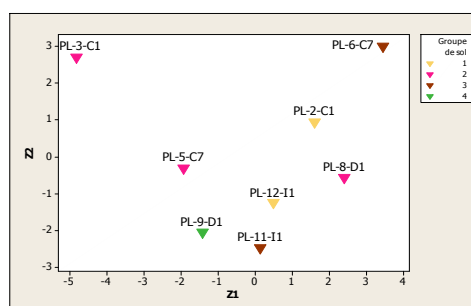


Figure 99 : Fraction 1, ACP selon les groupes de sol.

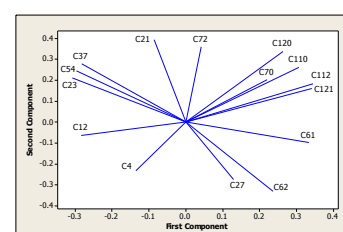


Figure 100 : Répartition des composés chimiques sur Z1-Z2.

Observations :

- L'axe Z1 explique 46,9 % de l'information.
 - Positivement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « Benzoate de benzyle » (C112), « Salicylate de benzyle » (C121), « Acétate de E-cinnamyle » (C61), « (E,E)-Farnésol » (C110).
 - Négativement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « Linalol » (C23), « Actétate de géranyle » (C54), « Géraniol » (C37).
- L'axe Z2 explique 28,0 % de l'information.

- Positivement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « Benzoate de méthyle » (C21), «(E,E)- *a*-Farnésène » (C72), « Acétate de (E,E)-farnésyle » (C120).
- Négativement, il est corrélé à l'élément chimique suivant : « B-Caryophyllène » (C62).
- **L'axe Z3** explique 14,1 % de l'information.
 - Positivement, il est corrélé à l'élément chimique suivant : « Acétate de benzyle » (C27).
 - Négativement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « Acétate de prényle » (C4), « D-Germacrène » (C70), « Ether de *p*-crésyl méthyle » (C12).

Les représentations graphiques de l'ACP (Figure 100 et 102) de même que la Figure 104, montrent que les huiles essentielles d'ylang-ylang, de la première fraction, sont différentes entre elles. Une variation interparcellaire existe donc au sein de la première fraction. La classification hiérarchisée met en évidence 4 groupes d'huiles (Figure 103)

Les groupes se distinguent essentiellement par la variation en Esther, en Linalol (C23) et en Ether de *p*-crésyl méthyle (C12).

Le groupe d'huile n°1 (en bleu) est caractérisé par des valeurs moyennes en composés chimiques par rapport aux autres groupes. Les groupes de sol mis en évidence (Figure 100) n'expliquent pas la composition des huiles. Les plantations 5 et 6 proviennent de la même land unit. .

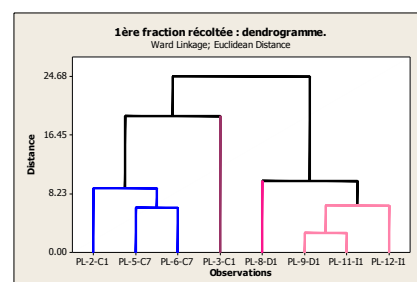


Figure 102 : Fraction 1 : groupes d'huiles

Le groupe d'huile n°2 (en mauve) est constitué de l'huile de la plantation PL-3-C1. Elle se distingue le plus des autres. Elle est caractérisée par une proportion plus élevée de Linalol (C23) et d'Acétate de géranyle (C54). Au vu du tableau récapitulatif, les paramètres environnementaux n'expliquent pas cette différence. En revanche, PL-3-C1 se différencie, des autres plantations, par sa teneur plus élevée en sodium et en magnésium (Figure 83)

Le groupe d'huile n°3 (en rose foncé) est constitué de la plantation PL-8-D1. C'est au sein de cette plantation que les 15 composés majoritaires sont présents en plus faible quantité. Elle est la seule plantation située au-delà des 200 m d'altitude.

Le groupe d'huile n°4 (en rose pâle) est enrichi en Acétate de benzyle et appauvri en Benzoate de méthyle par rapport aux autres groupes. Les plantations 11 et 12 proviennent de la même land unit. De plus, les plantations 9 et 11 possèdent des caractéristiques communes. En effet, elles se situent entre 100 et 150 m d'altitude et elles sont positionnées sur un plateau. Des taches et des charges de type basaltique sont présentes dans leur profil de sol.

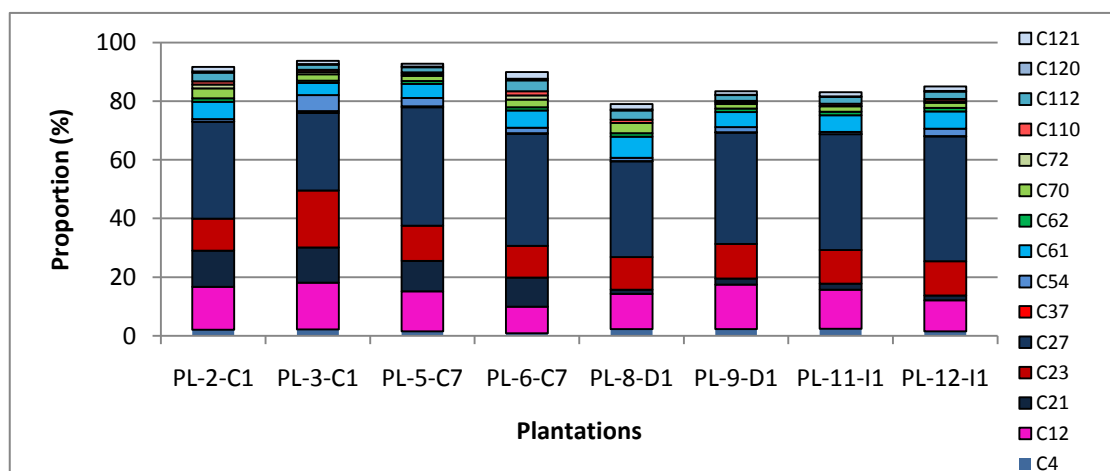


Figure 103 : Fraction 1 : Histogramme des composés chimiques des huiles.

5.2.2.2 Deuxième fraction récoltée :

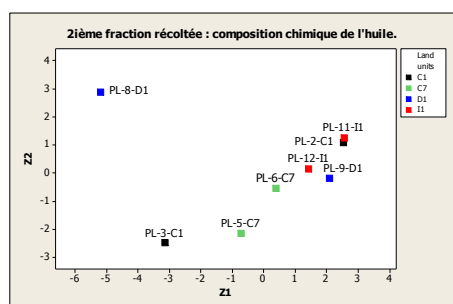


Figure 105 : Fraction2, ACP selon Z1-Z2.

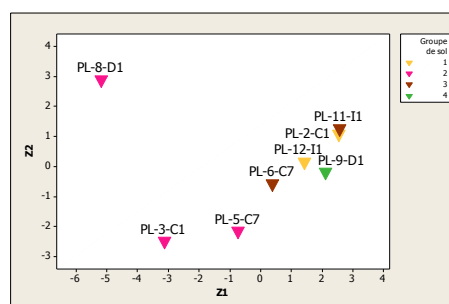


Figure 104 : Fraction 2, ACP selon les groupes de sol.

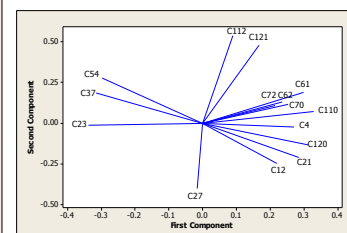


Figure 106 : Répartition des composés chimiques sur Z1-Z2.

Observations :

- L'axe Z1 explique 54.2 % de l'information.
 - Positivement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « (E,E)-Farnésol » (C110), « Acétate de (E,E)-farnésyle » (C120), « B-caryophyllène » (C62), « Acétate de E-cinnamyle » (C61), « Benzoate de méthyle » (C21).
 - Négativement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « Linalol » (C23), « Géraniol » (C37), « Acétate de géranyle » (C54).
- L'axe Z2 explique 21.2 % de l'information.
 - Positivement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « Benzoate de benzyle » (C112), « Salicylate de benzyle » (C121).
 - Négativement, il est corrélé à l'élément chimique suivant : « Acétate de benzyle » (C27).
- L'axe Z3 explique 14,6 % de l'information.
 - Positivement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « (E,E)-a-Farnésène » (C72), « D-Germacrène » (C70).
 - Négativement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « Ether de p-crésyl méthyle » (C12), « Acétate de prényle » (C4).

Les représentations graphiques de l'ACP (Figure 106 et 107) ainsi que la Figure 109 montrent que les huiles diffèrent les unes des autres. Une variation interparcellaire existe ainsi, au sein de la deuxième fraction. La classification hiérarchisée met en évidence 4 groupes d'huiles (Figure 108)

Les groupes se distinguent essentiellement par la variation en Linalol (C23), en Acétate de benzyle (C27), en Acétate de géranyle (C54) et en D-Germacrène (C70).

Le groupe d'huile n°1 (en bleu) est caractérisé, par des teneurs plus élevées que la moyenne, en Acétate de benzyle, et plus faibles que la moyenne, en Linalol et en Acétate de géranyle. Les plantations 2 et 12 appartiennent au même groupe de sol et ne présentent pas de charges dans leur profil de sol. Les plantations 5 et 6 appartiennent à la même land unit. D'après la Figure 83, ces quatre plantations possèdent, comme caractéristique commune, un taux de magnésium proche de 36 mg/100g

Le groupe d'huile n°2 (en mauve) est proche du n°1. Il représente l'huile de la plantation PL-3-C1. Cette huile était déjà différente des autres dans la première fraction.

Le groupe n°3(en rose foncé) représente l'huile de la plantation PL-8-D1. L'huile diffère des autres, par ses valeurs supérieures à la moyenne en Linalol, et surtout, en Acétate de géranyle tout comme en l'absence d'Acétate de benzyle. Cette huile était déjà différente des autres dans la première fraction.

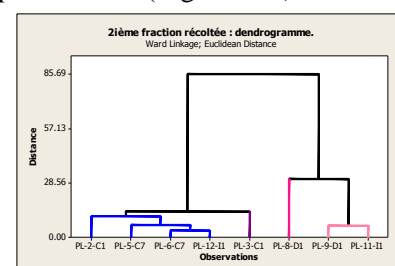


Figure 107 : Fraction 2, groupes d'huiles.

Le groupe d'huile n°4 (en rose pâle) représente l'huile provenant des plantations PL-9-D1 et PL-11-II. Il est caractérisé par sa valeur proche de zéro en Acétate de benzyle. Ces deux plantations possèdent des caractéristiques communes, comme expliquées dans la première fraction.

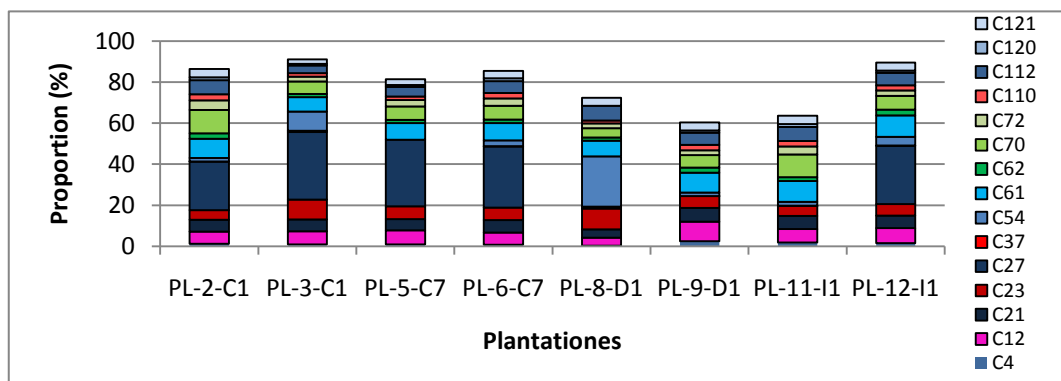


Figure 108 : Fraction 2 : Histogramme des composés chimiques des huiles.

5.2.2.3 Troisième fraction récoltée :

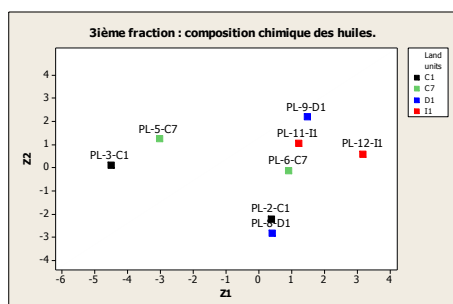


Figure 111 : Fraction3, ACP selon Z1-Z2.

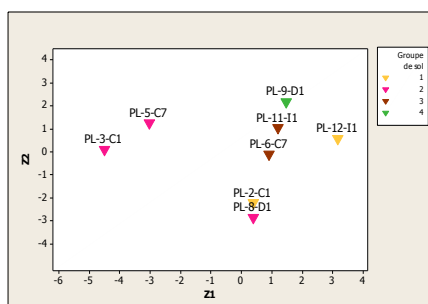


Figure 110 : Fraction 3, ACP selon les groupes de sol.

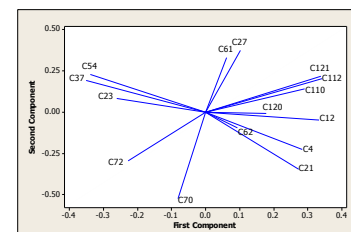


Figure 109 : Répartition des composés chimiques sur Z1-Z2.

Observations :

- L'axe Z1 explique 42,3 % de l'information.
 - Positivement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « Ether de *p*-crésyl méthyle » (C12), « (E,E)-Farnésol » (C110), « Benzoate de benzyle » (C112), « Salicylate de benzyle » (C121).
 - Négativement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « Géraniol » (C37), « Acétate de géranyle » (C54).
- L'axe Z2 explique 19,8 % de l'information.
 - Positivement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « Acétate de benzyle » (C27), « Acétate de E-cinnamyle » (C61).
 - Négativement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « Benzoate de méthyle » (C21), « D-Germacrène » (C70).
- L'axe Z3 explique 13,7 % de l'information.
 - Positivement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « (E,E)-a-Farnésène » (C72), « Acétate de(E,E)-farnésyle » (C120).
 - Négativement, il correspond, du plus corrélé au moins corrélé, aux éléments chimiques suivants : « Acétate de prényle » (C4), « Linalol » (C23).
- Le « B-Caryophyllène » (C62) n'est pas expliqué sur les axes Z1, Z2 et Z3.

Les représentations graphiques de l'ACP (Figure 111 et 112) ainsi que la Figure 114, montrent que les huiles diffèrent les unes des autres. Néanmoins, l'effet interparcellaire est moins marqué que dans les deux premières fractions. La classification hiérarchisée met en évidence 3 groupes d'huile (Figure 113)

Les groupes se distinguent essentiellement par la variation en Acétate de géranyle (C54), en Germacrène D (C70), en α -farnésène (C72) et en Salicylate de benzyle (C121).

Les groupes se distinguent essentiellement par la variation en Acétate de géranyle (C54), en *D*-Germacrène (C70), en (*E,E*)- α -Farnésène (C72) et en Salicylate de benzyle (C121).

Le groupe d'huile n°1 (en bleu) rassemble les huiles des plantations PL-2-C1 et PL-8-D1. Il est caractérisé par des valeurs supérieures à la moyenne en *D*-Germacrène et des valeurs inférieures à la moyenne en Acétate de géranyle. Les paramètres environnementaux, les sondages et les groupes de sol n'expliquent pas ce regroupement.

Le groupe d'huile n°2 (en mauve) rassemble les huiles des plantations PL-3-C1 et PL-5-C7. Il diffère des autres groupes par des taux en Acétate de géranyle supérieure à la moyenne. Il présente des taux moyens en *D*-Germacrène. Ces deux plantations possèdent le même groupe de sol.

Le groupe d'huile n°3 (en rose) rassemble les huiles des plantations PL-6-C7, PL-9-C7, PL-11-I1 et PL-12-I1. Il est caractérisé par des taux inférieurs à la moyenne en Acétate de géranyle et en *D*-Germacrène. Ce groupe rassemble les mêmes plantations que dans la première fraction (9, 11 et 12). De plus, la plantation 6 possède le même groupe de sol que la plantation 11.

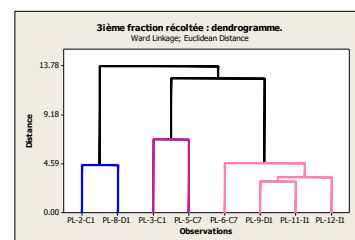


Figure 112 : Fraction 3, groupes d'huiles.

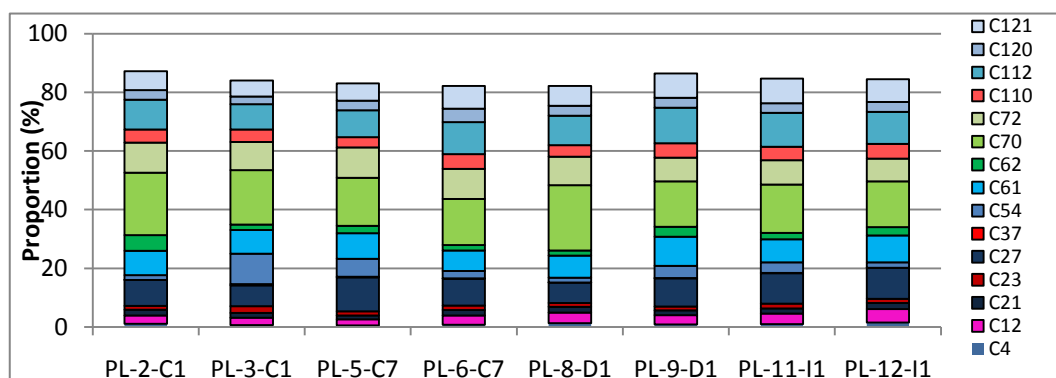


Figure 113 : Fraction 3 : Histogramme des composés chimiques des huiles.

5.2.2.4 Quatrième fraction récoltée :

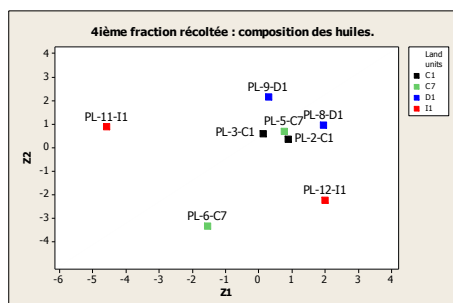


Figure 116 : Fraction 4, ACP selon Z1-Z2.

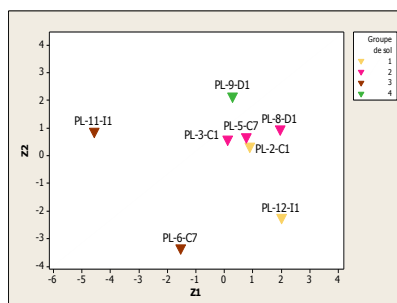


Figure 115 : Fraction 4; ACP selon les groupes de sol.

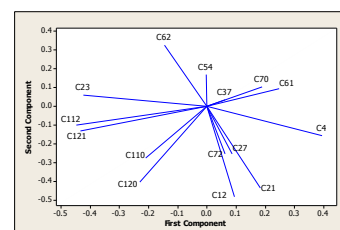


Figure 114 : Répartition des composés chimiques sur Z1-Z2.

Observations

- **L'axe Z1** explique 31,1 % de l'information.
 - Corréli positivement, il correspond aux éléments chimiques suivants : « Acétate de prényle » (C4).
 - Corréli négativement, il correspond aux éléments chimiques suivants : « Linalol » (C23), « Benzoate de benzyle » (C112), « Salicylate de benzyle » (C121).
- **L'axe Z2** explique 22,4 % de l'information.
 - Corréli négativement, il correspond aux éléments chimiques suivants : « Ether de p-crésyl méthyle » (C12), « Benzoate de méthyle » (C21), « (E,E)-a-Farnésène » (C72), « (E,E)-Farnésol » (C110), « Acétate de (E,E)-farnésyle » (C120).
- **L'axe Z3** explique 19,3 % de l'information.
 - Corréli positivement, il correspond aux éléments chimiques suivants : « D-Germacrène » (C70).
 - Corréli négativement, il correspond à aux éléments chimiques suivants: « Acétate de benzyle » (C27), « Géraniol » (C37), « Acétate de géranyle » (C54), « Acétate de E-cinnamyle » (C61), « B-Caryophyllène » (C62).

Les représentations graphiques de l'ACP (Figure 116 et 117) ainsi que la figure 119, montrent que les huiles diffèrent les unes des autres. Toutefois, l'effet interparcellaire est, ici aussi, moins marqué que dans les deux premières fractions. La classification hiérarchisée met en évidence 3 groupes d'huile (Figure 118)

Le groupe d'huile n°1 (en bleu) rassemble les huiles des plantations PL-2-C1, PL-3-C1 et PL-8-C1. Il est caractérisé par des taux en D- Germacrène supérieurs à la moyenne. Ce groupe rassemble les plantations 2 et 3 de la land unit C1. De plus, les plantations 3 et 8 appartiennent au même groupe de sol (figure...).

Le groupe d'huile n°2 (en mauve) rassemble les huiles des plantations PL-5-C7, PL-6-C7, PL-11-I1 et PL-12-I1. Il est caractérisé par des taux en (E,E)-a-Farnésène supérieur à la moyenne. Ce groupe rassemble les plantations des land units C7 et I1. De plus, les plantations 6 et 11 appartiennent au même groupe de sol.

Le groupe d'huile n°3 (en rose) est constitué de l'huile de la plantation PL-9-D1. Cette plantation présente des taux inférieurs à la moyenne dans les deux hydrocarbures.

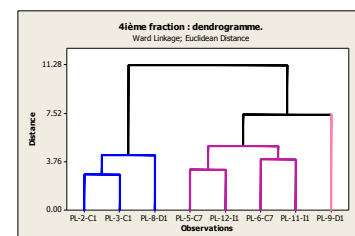


Figure 117 : Fraction 4, groupes d'huiles.

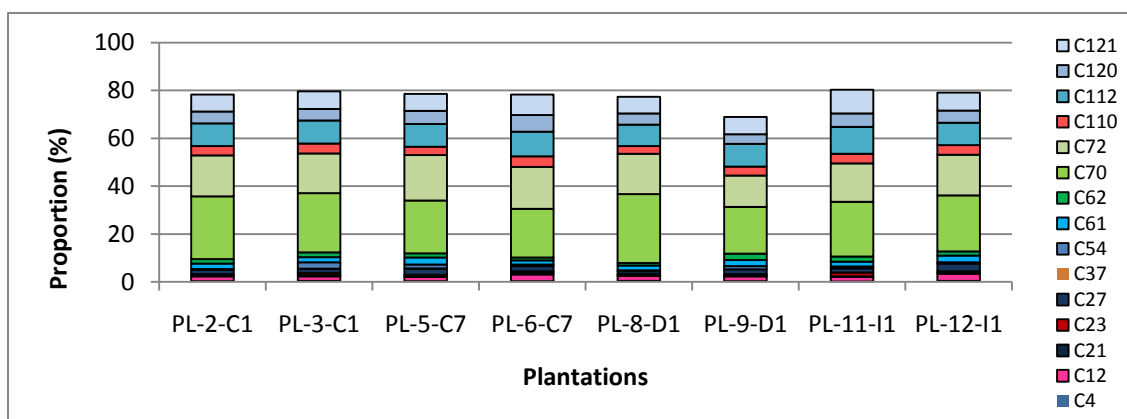


Figure 118 : Fraction 4 : Histogramme des composés chimiques des huiles.

5.2.3 Discussion :

La deuxième partie de ce travail vise à montrer le lien au terroir du produit. Le produit étudié étant l'huile essentielle d'ylang-ylang. Pour se faire, l'étude s'attarde à deux niveaux comme déjà précédemment souligné dans la première discussion, à savoir : un niveau intraparcellaire et un niveau interparcellaire.

5.2.3.1 L'étude intraparcellaire :

L'étude intraparcellaire indique que la variation des paramètres environnementaux et le type de sol ont, tous deux, peu d'impact sur la qualité de l'huile essentielle d'ylang-ylang au sein d'une plantation. Les huiles des sous-parcelles ont une composition chimique relativement proche. Ce constat se vérifie davantage dans les trois dernières fractions d'huiles récoltées. L'effet parcelle est observé dans trois des quatre plantations étudiées. En effet, les huiles issues des sous-parcelles des plantations PL-4-C7, PL-7-D1 et PL-10-I1 ont une composition chimique proche. Seules, les sous-parcelles de la plantation PL-1-C1 diffèrent, entre elles, dans la proportion de leurs composés chimiques.

Ce constat est en accord avec l'étude du terroir. En effet, cette première étude a révélé l'existence d'une variation intraparcellaire des paramètres environnementaux et du sol au sein des plantations. Par contre, cette dernière variation était de moindre importance que celle rencontrée entre les plantations.

En outre, les études en cours sur l'ylang-ylang ont démontré que le patrimoine génétique des arbres est conservé au sein d'une parcelle. Il existe donc un « effet parcelle » (Benini 2009).

Des différences en composition chimique des huiles ont été rencontrées au sein des trois plantations. Les facteurs explicatifs de ces variations sont, le plus souvent, liés au sol ; soit de manière quantitative via les analyses de sol ; soit, de manière qualitative par rapport aux sondages réalisés. Ces variations de sol sont le fruit du relief changeant dans les plantations. L'étude a démontré que le sol peut expliquer les variations intraparcellaires mais, inversement ; des huiles d'une même plantation, montrant des compositions chimiques proches, peuvent provenir de sols différents. La sous-parcelle 10C illustre assez bien ce constat. En effet, elle appartient à un groupe de sol différent des sous-parcelles 10A, 10B et 10D. Or, leurs huiles essentielles sont proches. L'effet parcelle est, ici, plus important que l'effet sol.

La plantation PL-1-C1 est différente des trois autres. Les huiles provenant de la distillation des fleurs récoltées dans les trois sous-parcelles homogènes (1A, 1B et 1C) mises en évidence dans cette plantation, sont différentes. Aucun des paramètres étudiés n'explique cette variation. Il en résulte que d'autres facteurs explicatifs, non mis en évidence dans cette étude, peuvent également avoir un impact sur les huiles essentielles. Dès lors, il serait important de les rechercher et de mieux les cibler, en les complétant aux facteurs déjà soulevés dans ce travail.

L'étude de la variation intraparcellaire s'est déroulée dans quatre plantations d'ylang-ylang. Chacune d'entre elles provient d'une land unit différente. Pour confirmer et compléter les observations ressortant de ce travail, il serait opportun d'étendre l'étude à un nombre plus important de plantations dans les land units. Ici, la durée du séjour et le temps imparti pour la réalisation de ces observations n'ont permis qu'une exploration de quelques land units. L'approfondissement de l'étude reste donc, de mise, si l'on souhaite mettre en place un label de qualité aux huiles essentielles produites sur l'île de Mayotte.

Enfin, l'étude permet de justifier le fait de faire des distillations sur l'ensemble d'une plantation. En effet, au vu de la qualité de l'huile similaire entre les sous-parcelles, une récolte de fleurs sur des ensembles homogènes n'a pas lieu d'être. L'huile essentielle obtenue restant identique et représentative de la plantation.

5.2.3.2 L'étude interparcellaire :

L'étude interparcellaire indique une variation de la qualité des huiles essentielles entre les plantations. Cependant, cette différence en composition chimique est, plus ou moins, marquée selon les fractions récoltées. Dès lors, on observe des différences plus marquées dans les deux premières fractions. Celles-ci sont caractérisées, notamment, par la variation en Acétate de benzyle et en Acétate de géranyle, deux esters, ainsi qu'en Linalol, un alcool et en Ether de *p*-crésyl méthyle. Les huiles des troisième et quatrième fractions se différencient davantage par rapport aux terpènes *D*-Germacrène et (*E,E*)-*a*-Farnésène et, plus spécifiquement pour la troisième fraction, s'y ajoute également de l'Acétate de géranyle.

L'étude a démontré que les critères pouvant influencer la composition de l'huile essentielle sont nombreux. Elle fait également ressortir qu'il est extrêmement difficile de s'en remettre à un seul

paramètre induisant cette variation. C'est généralement, un ensemble de facteurs interagissant entre eux, qui influencent l'huile essentielle obtenue sur l'île de Mayotte. De plus, les huiles peuvent appartenir à un même groupe d'huiles pour une fraction et être très différentes dans la fraction suivante. Par conséquent, le critère explicatif du premier cas de figure devient non pertinent dans la suite de l'analyse. L'ensemble de ces observations permet, toutefois, d'écarter l'hypothèse, qu'un paramètre peut, à lui seul, influencer la qualité de l'huile essentielle d'ylang-ylang. Finalement, elles nous confirment que cet arbre à parfum tolère une grande variété de conditions environnementales.

Il semblerait toutefois qu'une land unit se distingue des autres. Les huiles provenant des plantations PL-5-C7 et PL-6-C7 se rapportent à la land unit C7. Elles appartiennent au même groupement d'huiles pour l'ensemble des fractions, excepté pour la troisième. Cette land unit se différencie des autres par sa géologie. Elle est caractérisée par des laves indifférenciées de fond de vallée alors que les autres sont caractérisées par du basalte. C'est également dans cette région, que l'altitude est la plus basse (0 à 80m). La land unit C7 avait été sélectionnée, antérieurement, car des tests chimiques déjà réalisés avant cette étude et complétés par la sélection d'un parfumeur sénior (Givaudan), révélaient qu'une plantation, à cet endroit, présentait hypothétiquement la meilleure qualité en huile essentielle. Pour confirmer cela, il serait opportun d'exploiter ces informations afin de caractériser davantage les huiles essentielles de cette land unit. La reconnaissance de terrain effectuée, dans cette région, a révélé que les plantations d'ylang-ylang s'y font rares. Malheureusement, une grande partie d'entre elles ont été transformées en bananeraie. D'où, l'importance d'y sauvegarder les derniers spécimens.

L'hypothèse avancée ci-dessus sur l'influence de la land unit C7 reste néanmoins à prendre avec prudence puisqu'elle devrait pouvoir être confirmée par une étude plus spécifique et plus poussée sur cette land unit. Aussi, elle peut être critiquée sur base d'autres informations ressortant de l'étude. En effet, les huiles des plantations 5 et 6 sont, par exemple, également proches de l'huile de la plantation PL-2-C1 dans les trois fractions concernées et proches de la plantation PL-12-I1 dans la deuxième et quatrième fraction. Parallèlement, ces deux plantations (PL-2-C1 et PL-12-I1) appartiennent au même groupe de sol (groupe1) alors que la plantation PL-5-C7 appartient au groupe de sol 2 et PL-6-C7 au groupe de sol 3. Cet exemple illustre l'interaction des différents paramètres étudiés et engage à la prudence quant à la confirmation d'un terroir plus propice qu'un autre et donnant une qualité d'huile plus rarissime qu'une autre.

A ce stade de l'étude, l'observation de terrain semble dire, d'une part, qu'aucun paramètre n'agit, de manière significative, sur la composition chimique de l'huile et, d'autre part, que rien ne permet de faire ressortir une région plus propice à la production d'huile essentielle. De plus, les composés chimiques induisant la variabilité des huiles sont souvent les mêmes : l'Acétate de benzyle, l'Acétate de géranyle, le Linalol et pour les deux dernières fractions, le Germacrène. Les différences entre les huiles pourraient dès lors être basées sur seulement quelques composés chimiques. Dans le cadre du doctorat sur l'Ylang, des rencontres ont été effectuées avec des parfumeurs. Il semblerait que le parfumeur est capable de détecter les différences entre les huiles dès l'ouverture du flacon. Ces différences pourraient donc se baser sur les composés de tête, les plus volatils.

D'une manière générale, l'huile essentielle d'ylang-ylang est donc étroitement liée à la configuration de l'île de Mayotte. Cette observation nous amène à émettre l'hypothèse que l'aire géographique du terroir de l'ylang-ylang pourrait s'étendre à l'île de Mayotte et non à une région particulière de l'île. L'aire géographique du terroir ne devrait cependant pas s'étendre au Sud de l'île en raison des précipitations trop faibles. Une étude similaire sur Grande Comores et Madagascar pourrait compléter cette information et permettre la comparaison de l'impact des terroirs, hypothétiquement différents, sur les huiles essentielles d'ylang-ylang dans l'océan Indien. En effet, au vu des études menées en parallèle sur les îles voisines, l'huile essentielle serait différente entre les îles. Si cela peut se confirmer, alors, il est possible de faire valoir une qualité d'huile plus qu'une autre, en mettant en avant, peut-être, l'impact du terroir sur le produit et sur la qualité particulière qui compose celui-ci.

6 Conclusion :

L'objectif de ce travail était, tout d'abord, de caractériser le terroir mahorais et, ensuite, d'étudier plus précisément, à l'aide des informations recueillies, l'impact des paramètres environnementaux sur l'huile essentielle d'ylang-ylang sur l'île de Mayotte.

La caractérisation du terroir a débuté par la définition de cette notion. La définition retenue pour cette étude est celle proposée par un groupe de travail de l'INRA/INAO. Cette définition est, notamment, reprise dans le guide du demandeur d'une appellation d'origine. Ce terme est plus général que la notion de territoire. En effet, un terroir est l'étude d'une aire géographique délimitée, orientée vers la description, à la fois, des facteurs humains et des facteurs naturels.

L'étude des facteurs humains a permis de démontrer que cet arbre à parfum, qu'est l'ylang-ylang, fait partie intégrante de l'histoire de l'île de Mayotte. Cette filière n'est pas une simple culture de rente, tournée vers le profit financier. C'est bien plus que cela. L'ylang-ylang fait partie de la culture des mahorais et elle est ancrée en eux. On peut l'observer partout, dès que l'on dépose le pied sur l'île. L'arbre à parfum s'impose, au sein même de leur drapeau officiel, orné de deux fleurs d'ylang-ylang. Dès lors, il est primordial de transmettre cette histoire ce patrimoine historique de génération en génération et de le sauvegarder par écrit. Aujourd'hui, cette histoire ne subsiste qu'au travers de la parole des anciens et cela n'est plus suffisant. De plus, l'étude nous a permis de décrire tout le savoir collectif concernant les processus de distillation. Elle a montré que les moyens techniques de la production d'huile essentielle étaient, aujourd'hui, partagés entre des moyens plus rustique, mais plus accessible pour les distillateurs et une modernisation des appareils de distillation. Cette modernisation pourrait, certes, aider la production à s'orienter davantage dans la recherche de la qualité. Cette image de produit de qualité, couplée au savoir-faire mahorais pourrait être un moyen de faire valoir ce produit auprès des acheteurs, relançant ainsi la production d'ylang-ylang.

L'étude des facteurs naturels a illustré la grande diversité et la complexité de cette île du point de vue géomorphopédologique. Néanmoins, il n'était pas possible de réaliser une étude fine sur l'entière du territoire. Quatre land units ont, dès lors, été sélectionnées. Ces land units se différencient par leur géologie, leur morphologie, leur pédologie et/ou par la répartition des précipitations. Elles ont été choisies sur base de deux critères : d'une part, des données chimiques existantes pour certaines plantations et, d'autre part, les endroits où l'ylang-ylang était le plus présent. Par la suite, trois plantations, par land unit, ont été sélectionnées et décrites sur base de leurs conditions environnementales, leur hétérogénéité, leur profil de sol et leur composition chimique de ce dernier. Cette description fine, de l'environnement des plantations, a permis d'aboutir à une description plus complète des plantations de l'île de Mayotte : *elles se localisent, majoritairement, à moins de 200 m d'altitude, sur un relief plat ou sur des pentes relativement élevées (>25%), et orientées à l'Ouest ou au Sud. Les teintes de couleurs du sol varient entre 5YR et 2,5YR (du brun rougeâtre à rouge). Les profils de sols présentent, le plus souvent, moins de trois horizons. La profondeur varie, quant à elle, selon les land units. Des taches sont rencontrées dans 60 % des sondages.* De plus, les observations recueillies mènent à la conclusion que l'hétérogénéité des conditions environnementales entre les plantations est plus forte que la variation de ces conditions à l'échelle intraparcellaire. Une étude étendue à un plus grand nombre de land units et renforcée au sein même des land units sélectionnées, permettrait une meilleure compréhension des facteurs naturels de l'île.

La caractérisation de l'impact des paramètres environnementaux sur l'huile essentielle d'ylang-ylang à Mayotte, s'est, ensuite, réalisée à deux niveaux d'échelle : l'intraparcellaire et l'interparcellaire.

L'étude de la variation intraparcellaire des huiles essentielles indique que les paramètres environnementaux et les différences de sol influencent, de manière non négligeable, l'huile au sein d'une plantation. Elles ont une composition chimique proche. Les producteurs-distillateurs peuvent, dès lors, distiller simultanément les fleurs sur l'ensemble de la plantation. La qualité de l'huile ne s'en verra aucunement changée.

L'étude de la variation interparcellaire indique que les huiles ont une composition chimique différente entre les plantations. Ce constat se remarque davantage dans les deux premières fractions d'huile récoltée. Les conditions environnementales semblent avoir un impact sur la composition chimique des huiles. Toutefois, c'est une interrelation entre les paramètres étudiés qui expliquent ces variations. Un seul paramètre n'est pas, à même, d'expliquer ces différences. Il n'existe donc pas une caractéristique unique ou encore, un endroit spécifique où l'huile serait favorisée en de tels ou tels composés.

En conclusion, cette observation nous amène à émettre l'hypothèse, que l'aire géographique du terroir de l'ylang-ylang, pourrait s'étendre à l'île de Mayotte, ou du moins, à sa moitié Nord et non, à une land unit plus spécifique sur l'île. La partie Sud de l'île n'étant pas favorable à cette culture en raison des précipitations qui y sont trop faibles. En conséquence, aucune plantation n'y est présente pour une éventuelle étude. Ce constat découle d'un travail mené sur quatre land unit alors que l'île en dénombre trente et une. Pour valider cette hypothèse, une étude s'étendant à l'ensemble de l'île devrait être effectuée. Celle-ci pourrait donc compléter la caractérisation du terroir de l'ylang-ylang mahorais. Le terroir, ainsi, décrit avec la preuve du lien que l'huile essentielle de Mayotte est attachée à ce dernier pourrait conduire à une demande d'appellation d'origine. Cette reconnaissance pourrait valoriser la filière de l'ylang-ylang et la protéger. D'autres labels pourraient également être exploités tel qu'un label bio, par exemple. Quoi qu'il en soit, la valorisation de l'ylang-ylang à Mayotte passe, immanquablement, par la conviction, pour les mahorais, que cette huile essentielle et précieuse, reste le symbole de leur culture et leur histoire et, qu'à ce titre, ils puissent la préserver, la conserver et la promouvoir comme une huile essentielle spécifique.

Bibliographie :

Angalia 2003. *Etude de marché d'articles locaux contenant ou valorisant la filière ylang-ylang de Mayotte: étude financée par le Fonds STABEX 8ème FED*. STABEX 24 p.

Association des Naturalistes de Mayotte 2006. *Mayotte les plantes à parfum. Univers Maore (hors serie n°1)*. Ile Maurice, France 80p.

Association Terroir et Cultures 2005. *Les fondements Planète Terroir UNESCO*, Association Terroirs et Cultures 4 p.

Avisse 2010. Communication personnelle.

Barjolle D 1998. *Le lien au terroir*, Institut d'économie rurale, Lausanne, 33 p.

Benini C 2010. *Base*, *in press* 29 p.

Benini C., 2007. *Contribution à l'étude de la diversification de la production d'huiles essentielles aux Comores*. Mémoire de fin d'études. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 85 p.

Benini C., 2009. *Variabilité morphologique, génétique et chimique de Cananga odorata en vue de l'amélioration qualitative de la production de l'huile essentielle d'ylang-ylang dans les îles de l'Océan Indien*. Documents préparatoires pour le comité de thèse de l'année académique 2009-2010. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. 15 p.

BRGM Bases de données SIG fournies en 2010.

Brouwers M 1974. *Etude des terres cultivées de l'île d'Anjouan (Archipel des Comores). Approche morpho-pédologique en vue de la définition des contraintes et des propositions culturelles. L'agronomie Tropicale*. IRAT. Paris, IRAT. **XXIX** 45 p.

CAPAM & EYGM 2006. *Programme sectoriel "plantes à parfum et épices" 2007-2011* 15 p.

Chaisse E and Ferrat J.-F. 1999. *L'Huile Essentielle d'Ylang-Ylang à Mayotte: constat et propositions de solutions pour l'avenir de la filière*. ODEADOM. Mamoudzou 33 p.

CNASEA 2007. *Bilan OGAF Ylang 2007*. Délégation CNASEA Mayotte 5 p.

Coquille N 2004. *Mayotte, In : Direction de l'outre-mer française du CIRAD* 19 p.

DAF 2003. *Base de données Ylang*, DAF, service statistique.

DAF 2008. *Base de données météorologiques: pluviométrie 2008*, DAF ressource en eau.

- DAF 2010. Modèle numérique de terrain de Mayotte (MNT)
- Danflous J-P 2010. Communication personnelle.
- Debeuf 2004. *Etude de l'évolution volcano-structurale et magmatique de Mayotte (Archipel des Comores, Ocean INdien)*, Université de La Réunion.
- Demarne F-E 1996. *La qualité des huiles essentielles d'Ylang-Ylang produites à Mayotte.*, CIRAD-Réunion 12 p.
- Doyen N. 2006. *Le marché international de l'ylang-ylang - Profil de marché*. 17 p.
- Dumortier D., 2006. *Contribution à l'amélioration de la qualité de l'huile essentielle d'ylangylang des Comores*. Mémoire de fin d'études. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 80 p.
- Eberschweiler C 1986. *Etude hydrologique, hydrochimique et géochimie isotopique d'une île volcanique sous climat tropical humide: Mayotte*, Université de Paris-Sud.
- Fellmann 1993. *Ylang Ylang à Mayotte*, extrait des rapports annuels IEOM de 1976 à 1990, Service Production et Vulgarisation Agricole: Cellule Statistique et études économique 17 p.
- Frey B 2010. Communication personnelle.
- Graviou P, Rancon J-P, et al. 2006. *Curiosités géologiques de Mayotte*, BRGM édition. 95 p.
- Guenther E. (1952). *Individual essential oils of the plant families: Rosaceae, Myristicaceae, Zingiberaceae, Piperaceae, Anacardiaceae, Santalaceae and Myoporaceae, Zygophyllaceae, Leguminosae, Hamamelidaceae, Dipterocarpaceae, Annonaceae, Oleaceae, Amaryllidaceae, Rubiaceae, Magnoliaceae, Caprifoliaceae, Violaceae, Resedaceae, Saxifragaceae, Caryophyllaceae, Primulaceae, Tiliaceae and Compositae. The Essential Oils*. New-York, D. Van Nostrand Company. 5 507 p.
- INAO 2009. *Guide du demandeur d'une appellation d'origine*. Paris, INAO 42 p.
- Journet M 2009. *Dossier Mayotte: le 101ème département et le 5ème DOM*. In :La revue du GREF, génie rural, eaux et forêts. **15** 24 p.
- Lacroix D. 2005-2006, cours de géoscience, FSAGX, Gembloux.
- Lafond A 2010. Jean-Paul Guerlain le célèbre parfumeur qui vivait à Comban nous livre son regard sur Mayotte. *Mayotte magazine*. n°16 43-50 p.

- Lapegue J 1999. *Aspects quantitatif et qualitatifs de la pluviométrie dans deux enjeux majeurs de la problématique de l'eau à Mayotte*, Université de La Reunion.
- Latrille 1985. Carte agroclimatique de Mayotte. Mamoudzou, CIRAD.
- Latrille 1981. Carte morphopédologique et des propositions d'affectation des terres. Mamoudzou, CIRAD.
- Losch B. & Sourisseau J.-M., 2002. *Quels place et rôles pour l'agriculture à Mayotte ? Bilan diagnostic du développement local*. Mamoudzou, Montpellier, France, Cirad, 234 p.
- Manner H. I. & Elevitch C. R., 2006. *Cananga odorata* (ylang-ylang). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Disponible sur <http://www.traditionaltree.org> consulté le 03/06/10. In. 2.1 ed. Permanent Agriculture Resources (PAR).
- OHEIX C (2010). Communication personnelle. Combani.
- Stat-Agri Mayotte 2000. "Ylang-Ylang." *Stat-Agri* N°4 3 p.
- Stieltjes L 1979. *Carte géologique de l'île de Mayotte*. Orlean, Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM).
- Stiektjes L 1988. *Notice explicative de a carte géologique de Mayotte*. Orlean, Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) 135p.
- Trouillard C, Louacheni C, et al. 2007. *"Mayotte: Recensement de la population de 2007."* Disponible sur <http://www.insee.fr> consulté le 12/07/10

Annexes :
Annexe 1 : Détail des bases de données utilisées

Tableau synthétique des bases de données (BD) utilisées				
BD	La provenance de la BD	Thèmes de la BD	Contenu du thème	Remarques/critiques
L'écologie	La BRGM nous a fourni ces données en février 2010.	Les sources en eau	Image visuelle	
			Noms	
			L'altitude	
			Date	
			Les coordonnées géographiques	
			Le type d'émergence	
			La masse d'eau	
			Prélevable ?	
		Les carrières	Image visuelle	
			Noms	
			Matériaux extraits	
			Type de carrières	
		Les land units du conservatoire du littoral	Image visuelle	
			Lieu	
			L'état d'avancement	
		Les côtes	Image visuelle	
		L'emprise du lagon	Image visuelle	
		Les falaises	Image visuelle	
		Le fond de référence de l'île	Image visuelle	
		Les îlots	Image visuelle	
		Les land units de lagunage	Image visuelle	
		Les mangroves	Image visuelle	
		L'occupation du sol	Image visuelle	
			Désignation de la land unit	
			Surface de chaque land unit	
		L'océan	Image visuelle	
		Les padzas	Image visuelle	
		Les plages	Image visuelle	
			Noms	
		Le récif corallien	Image visuelle	
		Les land units de protection	Image visuelle	
		Les land units agricoles	Image visuelle	
L'hydrologie	La BRGM nous a fourni ces données en	Les bassins versants	Image visuelle	
			Surface	

	février 2010.	Les bassins versants unitaires	Image visuelle	
			Aire	
			Périmètre	
			Altitude	
		L'hydrologie	Image visuelle	
			Noms	
			Régime des eaux	
		Les plans d'eau	Image visuelle	
			Noms	
		Les ravines	Image visuelle	
L'habitat	La BRGM nous a fourni ces données en février 2010.	Lotissement	Image visuelle	
			Commune	
			Nom	
			Dates	
		Villages	Image visuelle	
			Noms	
			Num Commune	
			Evolution de la population (1991-1997-2002-2007)	
Les infrastructures	La BRGM nous a fourni ces données en février 2010.	Land units urbaines	Image visuelle	
		Bornage	Image visuelle	
		Chemin piéton	Image visuelle	
		Pistes	Image visuelle	
			Noms	
			Numéro	
			Longueur	
		Routes principales	Image visuelle	
			Noms	
		Les sections de routes	Image visuelle	
		Les sentiers et GR	Image visuelle	
		Les voies internes	Image visuelle	
			Noms	
		Les voies rurales	Image visuelle	
Les données Ylang	La DAF nous a fourni ces données en février 2010. La base de données Access a été réalisée sur des données de 2003-2004.	Les parcelles	Image visuelle	Les parcelles ne sont pas correctement localisées.
		Les alambics	Image visuelle	
		La base de données Ylang Access	Mouvement des stocks de 2003	La base de données Access est constituée de tables et de requêtes.
			Collecteurs	
			Les producteurs	
			Qualité essence	
			Carnets	
			Détail de vente	
			Fiche vente	
			Exportation	

			<i>Huile memento</i>	
			<i>Remise/retour des carnets</i>	
			<i>Carnet par qualité</i>	
			<i>Compil vente</i>	
			<i>Ventes par producteur</i>	
			<i>Bilan export</i>	
			<i>Etat des stocks</i>	

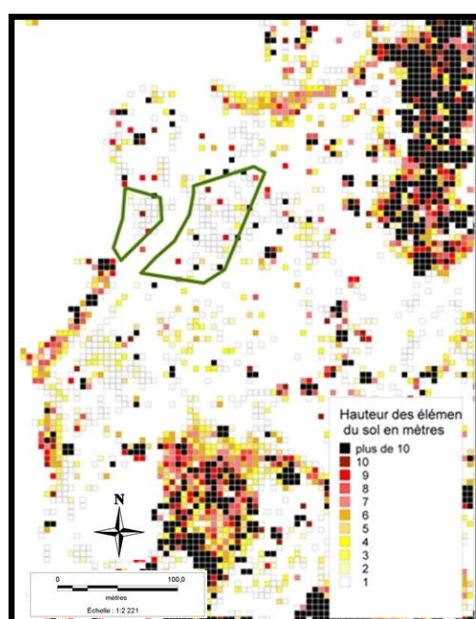
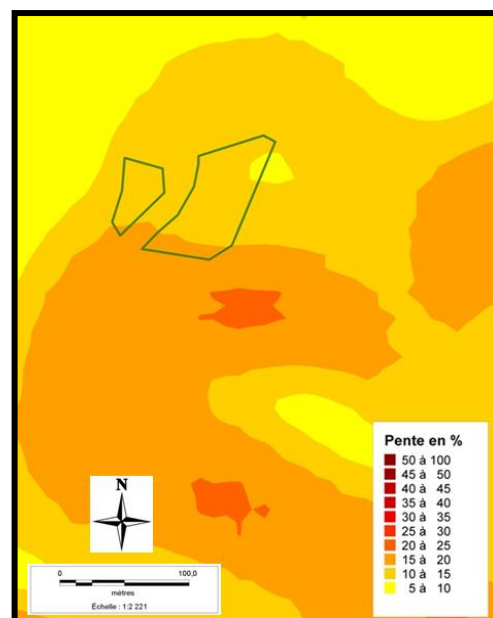
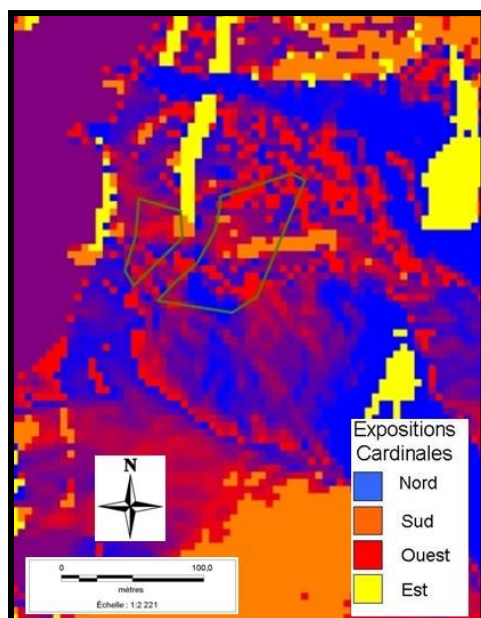
Annexe 2 : Fiche sondage

IDENTIFICATION DU PROFIL N°																																																																			
LOCALISATION Pays : Province (Département) : Commune : Section : Lieu-dit : Station : Bloc : Parcelle :	PHOTOS AERIENNES Origine : Mission : N° du vol de la photo : Date : TYPE PEDOLOGIQUE Taxon : Sigle cartographique : ECHANTILLONS Nb horizons décrits : Nb échantillons prélevés : <table border="1"> <thead> <tr> <th>H</th> <th>O</th> <th>R</th> <th>N°</th> <th>Sigle</th> <th>Sacs</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	H	O	R	N°	Sigle	Sacs	1						2						3						4						5						6						7						8						9						0					
H	O	R	N°	Sigle	Sacs																																																														
1																																																																			
2																																																																			
3																																																																			
4																																																																			
5																																																																			
6																																																																			
7																																																																			
8																																																																			
9																																																																			
0																																																																			
COORDONNEES Longitude : ° ' " W 1 E 2 Latitude : ° ' " N 1 S 2 Altitude : m	AUTEUR(S) Nom(s) : Pour compte de : DATE																																																																		
CARTES I.G.N. : 1 : 25.000 1 : 50.000 Pédologique : W 1 E 2																																																																			

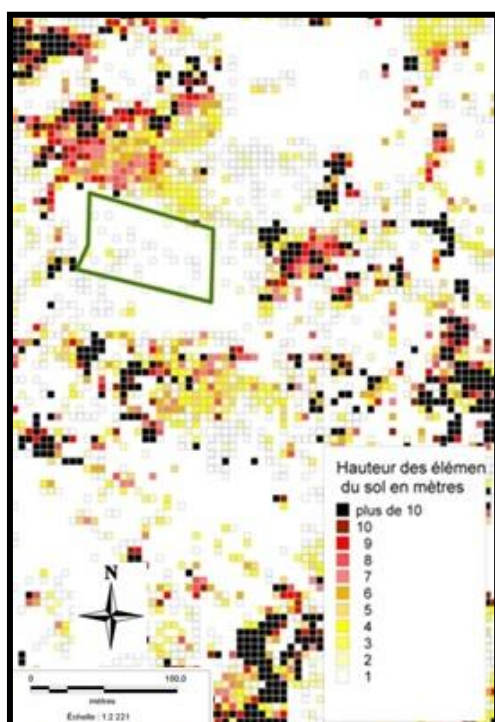
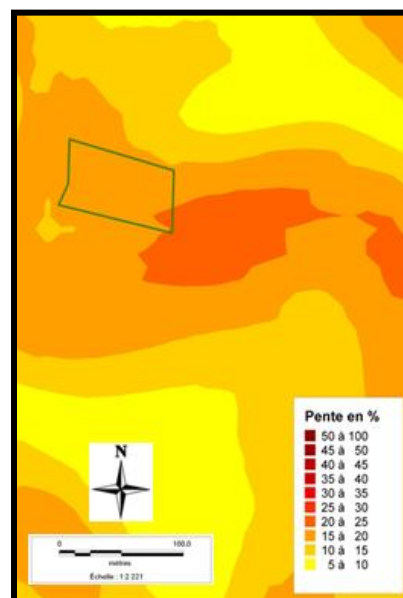
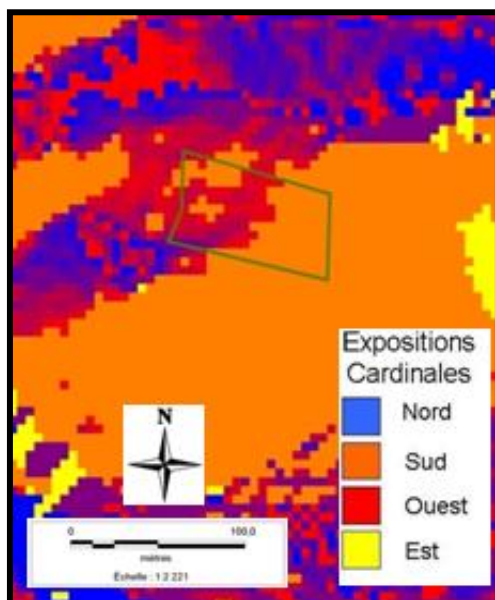
DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DU PROFIL N°	
CLIMAT Station de réf. : T° du sol à 50 cm, °C Antécédents Les jours précédents Les semaines précédentes Nature(s) Pluie 1 et pluie 1 Neige 2 et neige 2 Humidité 3 et humidité 3 Humidité 4 et humidité 4 Temp. sec 5 et temp. sec 5 Sécheresse 6 et sécheresse 6 Gel 7 et gel 7 Vent 8 et vent 8 Variable 9 Intensité la nature : faible moyenne forte	PROFIL Profil situé sur berge 1 dans un creux 2 dans une aire rectil. 3 au fond de la forme 4 au 1/3 inférieur 5 à mi-hauteur 6 au 1/3 supérieur 7 au sommet de la forme 8 au centre de la forme 9 près du bord 10 loin du bord 11 Pente locale : Exposition : N 1 S 5 NE 2 SW 6 E 3 W 7 SE 4 NW 8
GÉOMORPHOLOGIE Echelle d'observation : DM 1 MM 2 CM 3 Type de surface Surface plane 01 Profil en cuvette 02 Profil en U 03 Profil à fond plat 04 Profil en V 05 Ondulations 06 Roullements 07 Profil en croupe 08 Profil tabulaire 09 Profil en crête 10 Versant 11 Modifications L courbes de niveau à replats 1 à chicanes rocheuses 2 à corniches rocheuses 3 domoises par une corniche 4 irrégulières 5 // Courbes de niveau à retraits arrondis 1 anguleux 2 à saillants arrondis 3 anguleux 4 Formes : Longueur de la pente, m	GÉOLOGIE A l'échelle de la station Roche(s) visible(s) : 1 : 2 : Type d'occupation en couverture 1 en poches 2 en pointements 3 en affleurements 4 sous forme de blocs 5 " pierres 6 " cailloux 7 A l'emplacement du profil un seul matériau présent 1 un matériau sous divers états 2 deux matériaux 3 trois matériaux 4 plus de trois matériaux 5 Nom des matériaux : 1 : 2 : 3 : Age des matériaux 1 : 2 : 3 : Dépôts : 1 : 2 : 3 : PÉDOLOGIE GÉNÉRALE Continuité Couverture pédolog. continue (>80 %) 1 discontinue (20-80 %) 2 très discontinue (<20 %) 3
	HYDROLOGIE Régime : Submersin 1 Engorgement 2 Sécheresse relative 3 Sécheresse 4 Contrôlé 5 Durée : Temporaire 1 Semi-permanent 2 Permanent 3 Causes de submersin ou engorgement Pluies 01 Fonte des neiges 02 Remontement de nappe 03 Débordements 04 Nappes 05 Ruissellement hypodermique 06 Nappes à éclipse 07 Nappes phréatiques 08 Intertidales 09 Venues profondes 10 Cause non identifiée 11 Nappes : au-dessus de +1 m 1 Niveau A 2 Niveau au-dessous de -10 m 3 Battement de la nappe : < 1 m 1 > 1 m 2 CARACTÉRISTIQUES DE L'EAU Origine : eau de nappe 01 eau de source 02 eau de pluie 03 eau de ruissellement 04 eau marine 05 eau fluviale 06 eau lacustre 07 eau de submersin 08 eau d'assainissement 09 eau d'irrigation 10
	VEGETATION Formation Ligneuse haute dense (rec. A > 75 %) 01 Ligneuse haute (recouv. A 25-75 %) 02 Ligneuse haute claire (rec. A < 25 %) 03 Ligneuse haute et basse 04 Ligneuse basse 05 Ligneuse haute et herbacée 06 Herbacée et ligneuse haute 07 Herbacée et lign. haute et basse 08 Herbacée et ligneuse basse 09 Herbacée 10 Végét. très claire (rec. tot. < 20 %) 11 Sol nu 12 Non commun : Couverture du profil Tapis végétal et couvert 1 Tapis végétal sans couvert 2 Couvert sans tapis végétal 3 Couvert et tapis absents 4 Recouvrement Strate arborescente A Strate arbustive a Strate suffrut.-épicéide a-e Strate herbacée h Strate muscinale u Taxons dominants : A : a-e : h : u :

Annexe 3 : Illustration des expositions, des pentes et des hauteurs des arbres au sein des plantations étudiées :

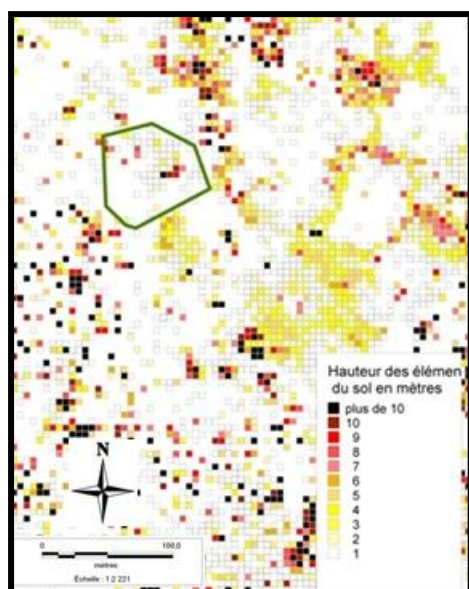
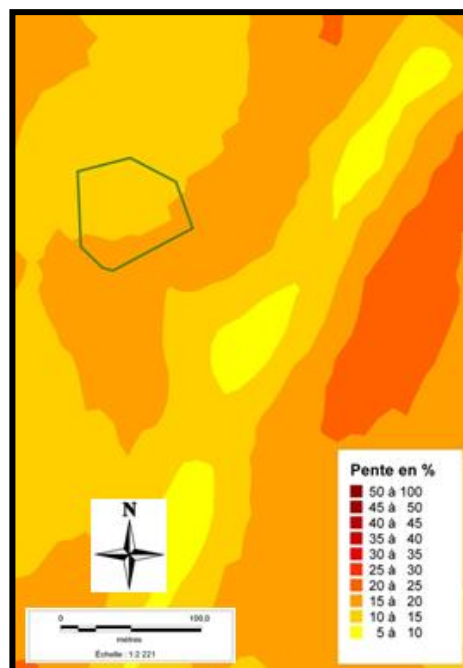
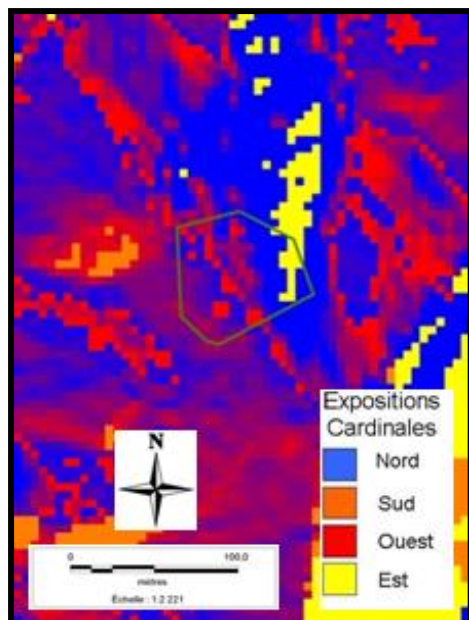
Plantation PL-2-C1 : Expositions-pentes-hauteurs d'arbres.



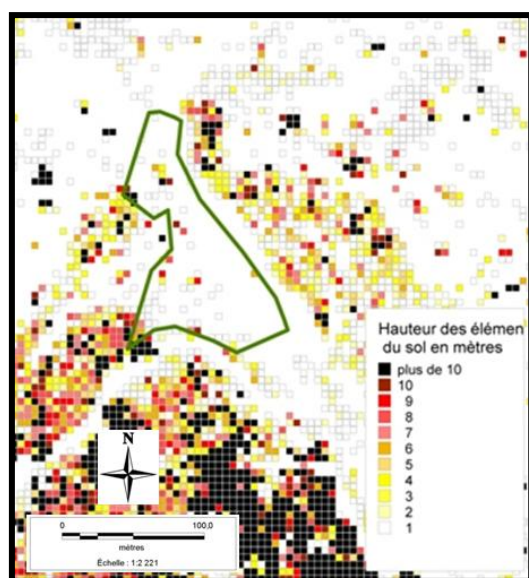
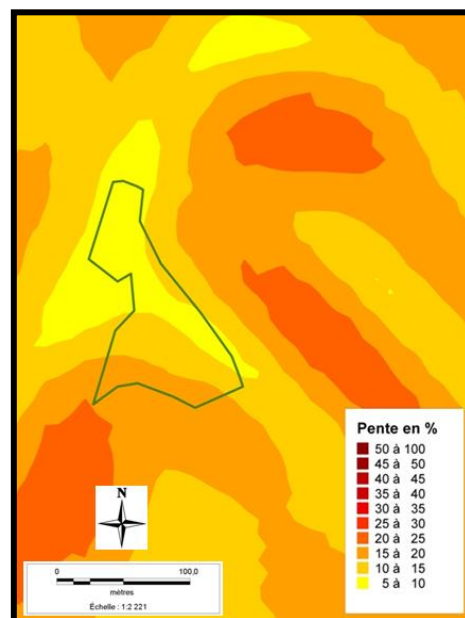
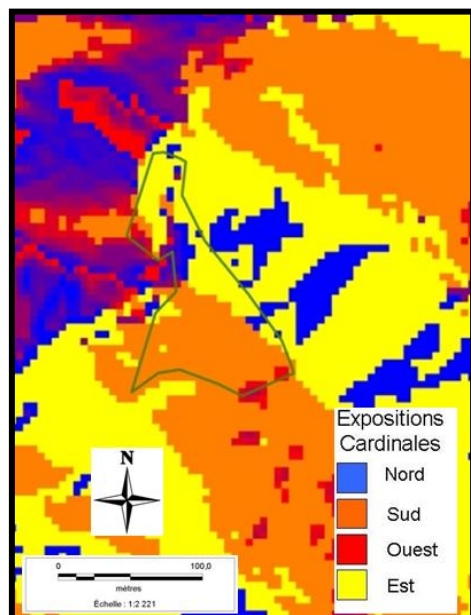
Plantation PL-3-C1 : Expositions-pentes-hauteurs d'arbres.



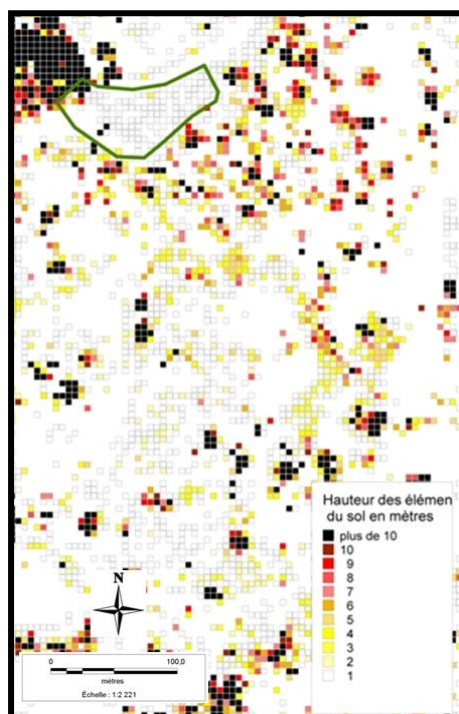
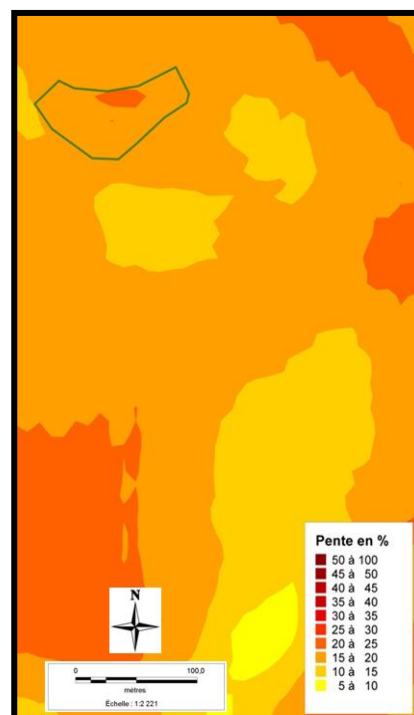
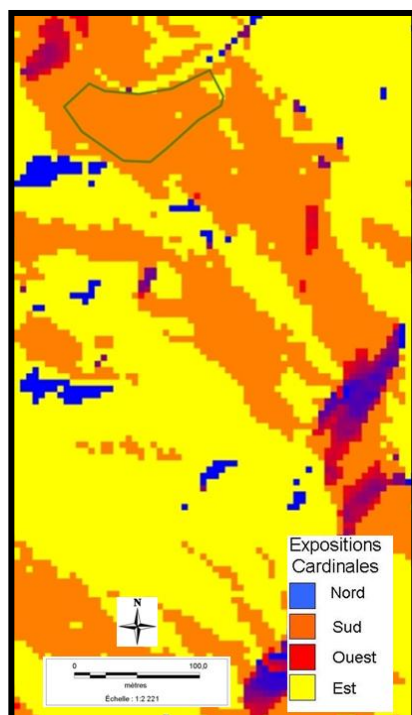
Plantation PL-4-C7 : Expositions-pentes-hauteurs d'arbres.



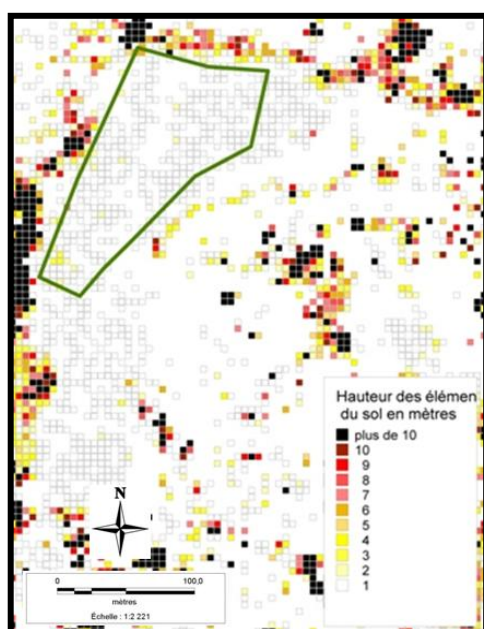
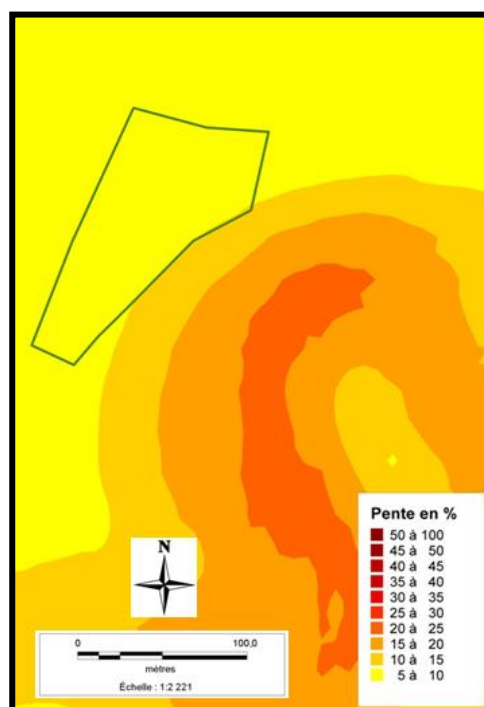
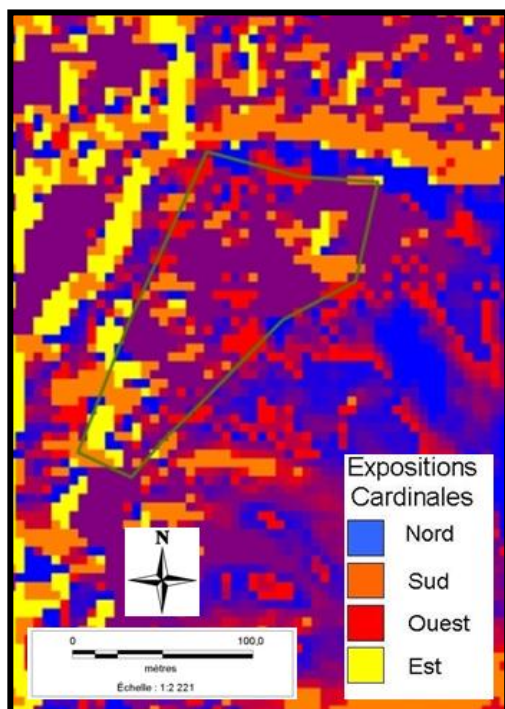
Plantation PL-7-D1 : Expositions-pentes-hauteurs d'arbres.



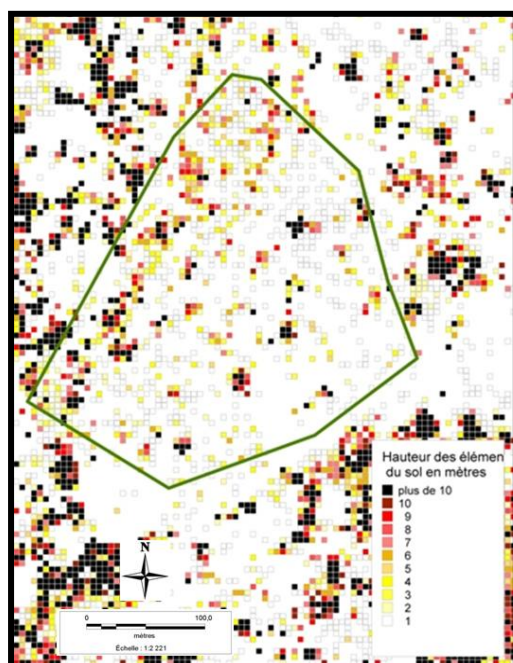
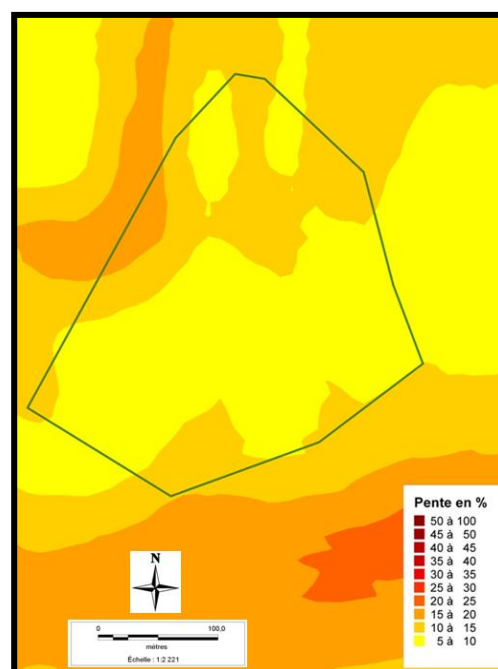
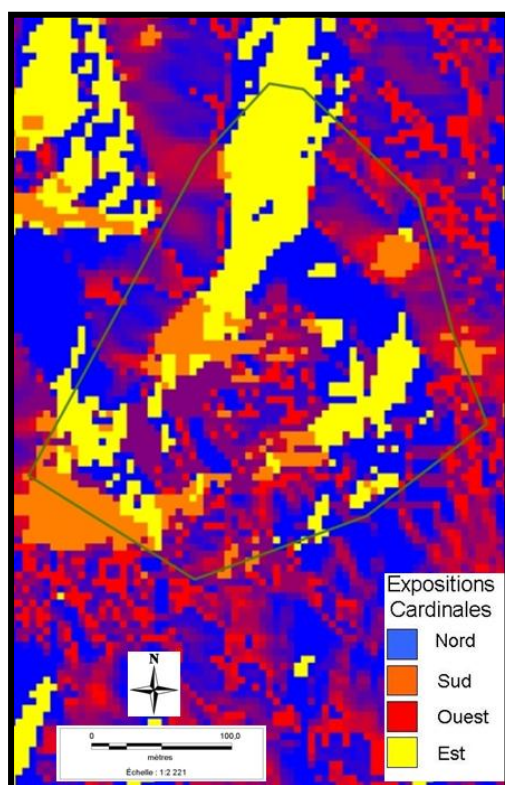
Plantation PL-8-D1 : Expositions-pentes-hauteurs d'arbres.



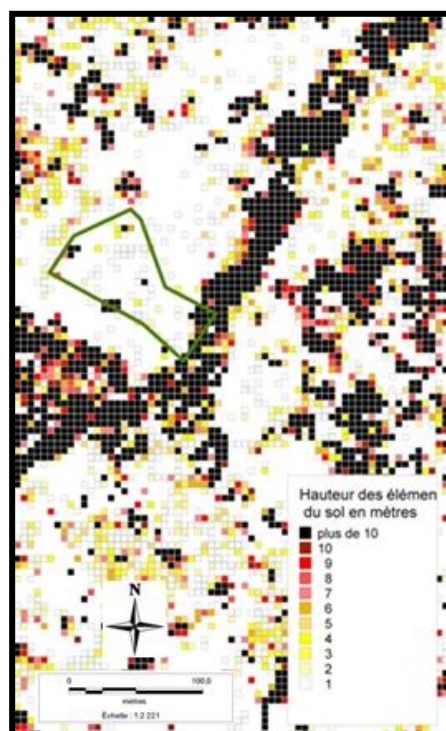
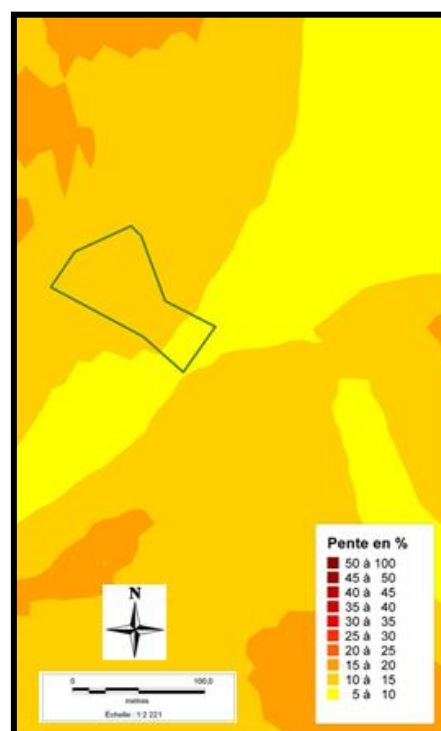
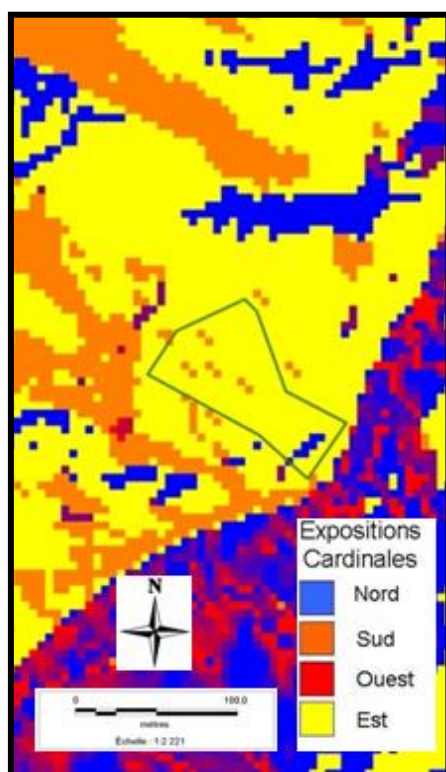
Plantation PL-9-D1 : Expositions-pentes-hauteurs d'arbres.



Plantation PL-10-I1 : Expositions-pentes-hauteurs d'arbres.



Plantation PL-11-I1 : Expositions-pentes-hauteurs d'arbres.



Annexe 4 : Sondages descriptifs des sous-parcelles réalisés dans les douze plantations étudiées :

Plantation PL-1-C1

PL-1-C1 : sondage à la tarière de l'ensemble A.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-55	2	3	2	AS	2,5YR	3	3	1		1	4



PL-1-C1 : sondage à la tarière de l'ensemble B.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-40	1	2	2	LS	2,5YR	3	3	1		1	5



PL-1-C1 : sondage à la tarière de l'ensemble C.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-10	2	2	2	LS	5YR	3	2	1		1	5
1	10-20	2	2	2	LA	5YR	3	4	3	3	1	5
2	20-25	3	2	2	AL	5YR	3	4	2	2	1	5
3	35-55	3	1	2	AL	5YR	3	6	2	2	1	5



Plantation PL-2-C1 :

PL-2-C1 : sondage à la tarière de l'ensemble A

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-10	2	3	2	LA	2,5YR	3	4	1		1	5
1	10-70	2	2	2	AL	2,5YR	3	4	1		1	5



PL-2-C1 : sondage à la tarière de l'ensemble B

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-10	2	2	2	LA	5YR	2	4	1		1	5
1	10-30	3	1	2	A	2,5YR	3	4	1		1	6
2	30-50	3	1	2	A	5YR	3	6	1		1	6



Plantation PL-3-C1 :

Plantation située sur la piste Combani-Bouyouni : sondage à la tarière de l'ensemble A

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-10	2	3	2	SL	5YR	3	3	1		1	5
1	10-30	3	2	2	AL	5YR	3	4	3	2	1	5
2	30-60	3	1	2	A	5YR	3	6	1		1	5



Plantation située sur la piste Combani-Bouyouni : sondage à la tarière de l'ensemble B

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-10	2	2	2	AS	5YR	3	3	1		1	4
1	10-100	3	1	2	A	5YR	3	4	1		1	5



Plantation PL-4-C7 :

PL-4-C7 : sondage à la tarière de l'ensemble A.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-5	1	2	1	LS	2,5YR	3	2	1		1	5
1	5-30	1	2	1	AL	2,5YR	3	3	1		1	5
2	30-40	2	2	1	AL	2,5YR	3	4	2	3	1	5
3	45-60	3	3	1	AL	2,5YR	3	6	2	3	1	5



PL-4-C7 : sondage à la tarière de l'ensemble B.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-5	2	2	1	S	2,5YR	3	4	1		2	5
1	5-20	1	2	1	AS	2,5YR	3	4	3	3	2	5
2	20-30	3	2	1	AS	2,5YR	4	6	1		2	5



PL-4-C7 : sondage à la tarière de l'ensemble C.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-10	2	2	1	S	2,5YR	3	4	1		1	5
1	10-20	2	2	1	AS	2,5YR	3	4	3	2	1	5
2	20-80	3	2	1	AS	2,5YR	3	6	2	2	1	5



Plantation PL-5-C7 :

PL-5-C7 : sondage à la tarière de l'ensemble A.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-10	2	2	3	AS	2,5YR	3	4	1		1	5
1	10-55	2	2	3	AS	5YR	3	6	2	2	2	5



PL-5-C7 : sondage à la tarière de l'ensemble B.



N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-5	2	2	2	LS	2,5YR	3	4	1		1	5
1	5-15	3	1	1	LS	2,5YR	3	6	2	2	3	5
2	15-25	3	1	1	AS	2,5YR	3	3	2	3	1	5
3	25-30	3	1	2	AS	2,5YR	3	4	3	2	1	5
4	30-40	3	1	1	LS	2,5YR	4	6	3	2	1	4
5	40-60	3	1	1	LS	2,5YR	4	6	4	2	1	4



Plantation PL-6-C7 :

Plantation de Longoni 2 : sondage à la tarière de l'ensemble A.



N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-10	2	2	2	AS	7,5YR	2	3	1		1	5
1	10-30	3	1	2	AL	7,5YR	3	3	1		1	5
2	30-40	3	1	2	AL	5YR	3	3	2	2	1	5
3	40-50	3	1	2	AL	5YR	3	3	2	2	3	5
4	50-70	3	1	2	AL	5YR	3	4	2	2	3	4

Plantation PL-7-D1 :

PL-7-D1 : sondage à la tarière de l'ensemble A.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-5	1	3	2	SL	2,5YR	3	4	1		1	5
1	5-25	3	2	2	AS	2,5YR	3	6	1		3	4



PL-7-D1: sondage à la tarière de l'ensemble B.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-35	3	2	2	SL	2,5YR	3	4	1		1	4
1	23-45	3	3	2	AS	2,5YR	3	6	1		1	4



PL-7-D1 : sondage à la tarière de l'ensemble C.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-10	2	2	1	SL	2,5YR	3	3	1		2	5
1	10-20	3	3	1	AL	2,5YR	3	4	2	3	2	5
2	20-35	3	3	1	AL	2,5YR	3	6	2	3	2	4



Plantation PL-8-D1 :

Deuxième plantation de Vahibé : sondage à la tarière de l'ensemble A.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-5	2	3	2	AS	2,5YR	3	6	1		1	5
1	5-40	3	1	2	AL	2,5YR	4	6	1		1	5
2	40-50	3	1	2	A	2,5YR	4	3	2	2	1	4



Deuxième plantation de Vahibé : sondage à la tarière de l'ensemble B.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-15	2	2	2	AS	2,5YR	3	4	1		2	5
1	15-50	3	1	1	AS	2,5YR	4	6	1		2	5



Plantation PL-9-D1 :

Plantation de Combani :



N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-20	2	2	1	AS	5YR	3	4	1		1	5
1	20-40	3	2	1	AS	5YR	3	6	3		2	5
2	40-50	3	3	1	AL	5YR	3	6	2		2	5
3	50-80	3	3	1	AL	5YR	3	6	3		2	5
4	80-120	3	3	1	AL	5YR	3	6	2		2	5

Plantation PL-10-II :

Première plantation de Mavingoni : sondage à la tarière de l'ensemble A.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-7	3	3	2	AL	2,5YR	3	3	1		1	4
1	7-20	3	1	2	AL	2,5YR	3	4	3	3	2	4
2	20-40	3	1	2	A	2,5YR	4	6	2	2	2	5



Première plantation de Mavingoni : sondage à la tarière de l'ensemble B.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-20	3	3	2	AL	2,5YR	3	4	1		1	5
1	20-30	3	2	2	A	2,5YR	4	6	3	2	1	5



Première plantation de Mavingoni : sondage à la tarière de l'ensemble C.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-35	3	3	2	AL	5YR	3	3	1		3	5



Première plantation de Mavingoni : sondage à la tarière de l'ensemble D.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-5	3	3	2	AL	5YR	3	6	2		1	4
1	5-10	3	2	2	A	2,5YR	4	5	2		1	4
2	10-40	3	2	2	A	2,5YR	4	6	2		1	5



Plantation PL-11-I1 :

Deuxième plantation de Mavingoni : sondage à la tarière de l'ensemble A.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-5	3	2	2	AS	2,5YR	3	3	2	3	1	4
1	5-10	3	1	2	A	2,5YR	3	4	4	3	1	5
2	10-35	3	1	2	A	2,5YR	3	6	3	3	1	5



Deuxième plantation de Mavingoni : sondage à la tarière de l'ensemble B.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-15	3	1	2	AS	2,5YR	3	3	1		1	5
1	15-30	3	1	2	A	2,5YR	3	6	1		2	5



Deuxième plantation de Mavingoni : sondage à la tarière de l'ensemble C.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-15	3	3	1	AS	7,5YR	3	4	1		1	5
1	15-35	3	3	1	AS	7,5YR	3	3	4	3	2	4
2	35-40	3	3	1	AL	5YR	4	6	3	2	2	4



Plantation PL-12-II :

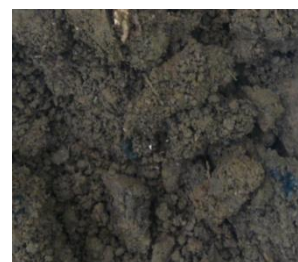
Plantation de Ouangani : sondage à la tarière de l'ensemble A.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-10	1	3	2	SL	5YR	3	4	1		1	5
1	10-15	1	2	1	AS	5YR	3	6	2	3	1	5
2	15-40	3	2	1	AL	5YR	4	6	2	3	1	5



Plantation de Ouangani : sondage à la tarière de l'ensemble B.

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Texture	Couleur			Taches		Charge	pH
						Hue	V	C	A	Nt		
0	0-20	2	2	2	SL	5YR	3	4	3	3	1	4
1	20-30	3	1	1	AS	5YR	3	6	2	3	1	4
2	30-40	3	1	1	AL	5YR	4	6	1		1	4



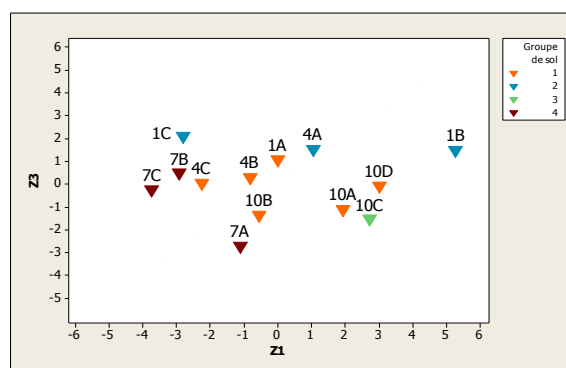
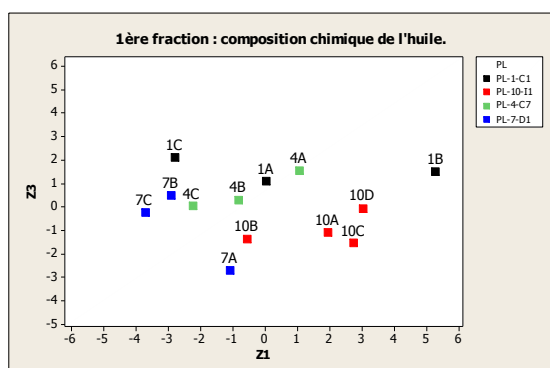
Annexe 4 : Tableaux récapitulatif des paramètres étudiés dans la partie 1 des résultats

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES OBSERVATIONS DES SOUS-PARCELLES 1A/1B/1C/4A/4B/4C/7A/7B/7C/10A/10B/10C/10D														
Groupe de sol	Dénomination de la sous-parcelle			Paramètres environnementaux				Sondages						
	LU	Plantation	Sous-parcelle	Altitude	Exposition	Pente	Position	NB horizons	Prof	Couleur	Taches	Charge	Nature de la charge	
													Sur le terrain	Théorique
1	C1	PL-1-C1	1A	≤100	N	15<...≤25	HV	1	40-60	2.5YR	NON	NON	/	/
2	C1	PL-1-C1	1B	≤100	PLAT	0	BV	1	40-60	2.5YR	NON	NON	/	/
2	C1	PL-1-C1	1C	≤100	N-E	15<...≤25	HV	4	40-60	5YR	OUI	NON	/	/
2	C7	PL-4-C7	4A	≤100	N-E	15<...≤25	BV	4	60-80	2.5YR	OUI	OUI	non identifié mais de la pouzzolane en surface	laves indifférenciées
1	C7	PL-4-C7	4B	≤100	PLAT	0	HV	3	< 40	2.5YR	OUI	OUI	non identifié	laves indifférenciées
1	C7	PL-4-C7	4C	≤100	O	15<...≤25	BV	4	60-80	2.5YR	OUI	OUI	non identifié	basalte
4	D1	PL-7-D1	7A	300<...≤350	PLAT	0	PLATEAU	2	< 40	2.5YR	NON	OUI	non identifié	basalte
4	D1	PL-7-D1	7B	300<...≤350	S	>35	HV	2	< 40	2.5YR	NON	NON	/	/
4	D1	PL-7-D1	7C	300<...≤350	S	>35	BV	3	< 40	2.5YR	OUI	OUI	non identifié	basalte
1	I1	PL-10-I1	10A	100<...≤150	PLAT	0	PLATEAU	3	< 40	2.5YR	OUI	OUI	basalte	basalte
1	I1	PL-10-I1	10B	100<...≤150	N-E	>35	HV	2	< 40	2.5YR	OUI	NON	/	/
1	I1	PL-10-I1	10D	100<...≤150	S-O	>35	HV	3	< 40	2.5YR	OUI	NON	/	/
3	I1	PL-10-I1	10C	100<...≤150	PLAT	0	CUVETTE	1	< 40	5YR	NON	OUI	basaltes	basaltes

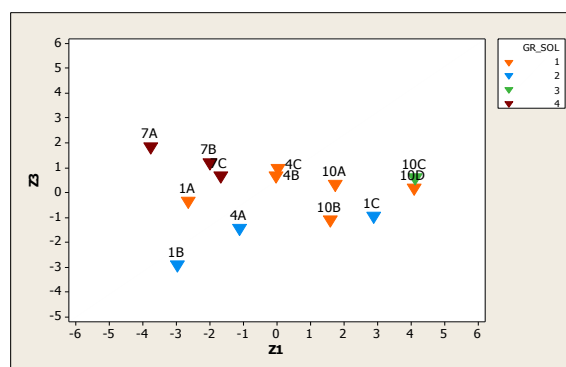
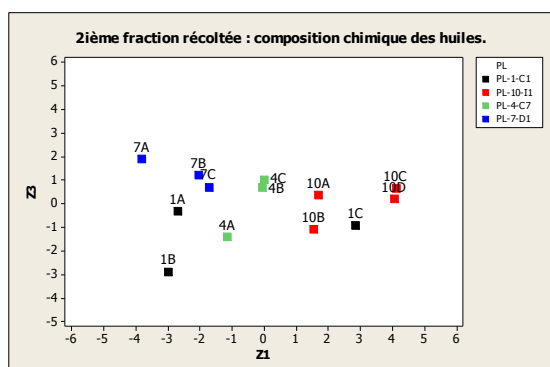
TABLEAU RÉCAPITULATIF DES OBSERVATIONS DES PLANTATIONS PL-2-C1/PL-3-C1/PL-5-C7/PL-6-C7/PL-8-D1/PL-9-D1/PL-11-I1/PL-12-I1													
Répartition en groupe de sol sur base des analyses chimiques de sol	Dénomination de la sous-parcelle		Paramètres environnementaux				Sondages						
	LU	Plantation	Altitude	Exposition	Pente	Position	NB horizons	Prof (cm)	Couleur	Taches	Charge	Nature de la charge	
												Sur le terrain	Théorique
1	C1	PL-2-C1	≤100	O	15<...≤25	Plantation en pente	2 à 3	40-80	2,5YR à 5YR	NON	NON	/	/
3	C1	PL-3-C1	150<...<200	O	25<...<35	Plantation en pente, le long d'une retenue d'eau	2 à 3	40 à ≥100	5YR	OUI	NON	/	/
3	C7	PL-5-C7	<100	E	0<...<15	Plantation en pente	2 à 6	60-80	2,5YR à 5YR	OUI	OUI	Non identifiée	Laves indifférenciées
4	C7	PL-6-C7	<100	/	0	Plantation sur un plateau	5	60-80	7,5YR	OUI	OUI	Non identifiée	Laves indifférenciées
3	D1	PL-8-D1	250<...<300	S	25<...<35	Plantation en pente	2 à 3	40 -60	2,5YR	OUI	OUI	Non identifiée	Basaltes
2	D1	PL-9-D1	100<...<150	/	0	Plantation sur un plateau	5	≥ 100	5YR	OUI	OUI	Non identifiée	Basalte
4	I1	PL-11-I1	100<...<150	O	0 et >35	Plantation en grande partie sur un plateau avec une petite partie située en pente	3 à 3	<40	7,5YR	OUI	OUI	Basalte	Basalte
1	I1	PL-12-I1	150<...≤200	S	>35	Plantation en pente	3	<40	5YR	OUI	NON	/	/

Annexe 5 : Représentation des ACP sous Z1-Z3 pour l'étude intraparcellaire :

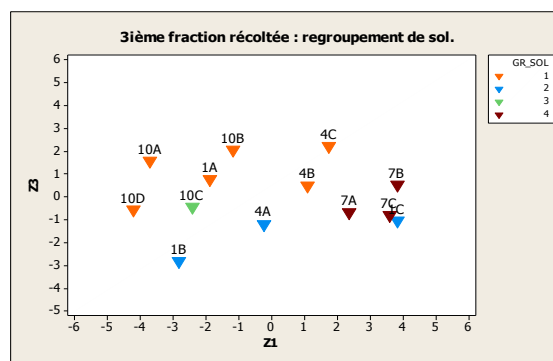
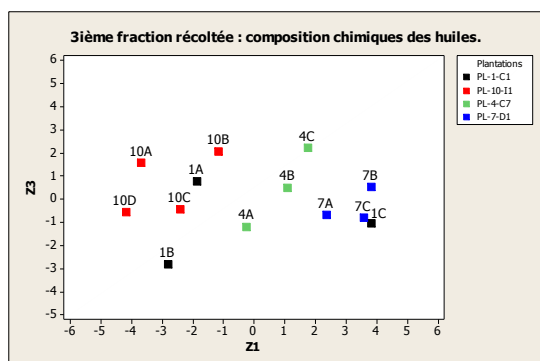
1^{ère} fraction récoltée :



2^{ème} fraction récoltée :

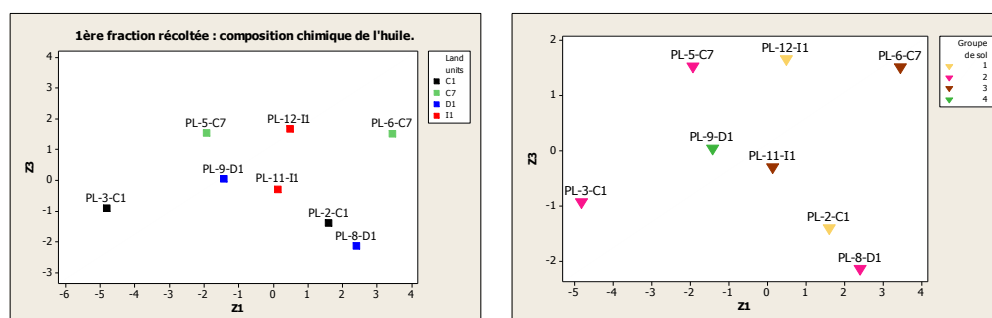


3^{ème} fraction récoltée :

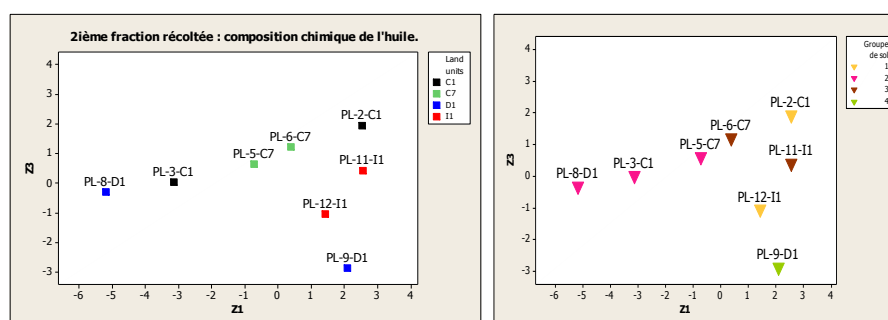


Annexe 6 : Représentation des ACP sous Z1-Z3 pour l'étude interparcellaire.

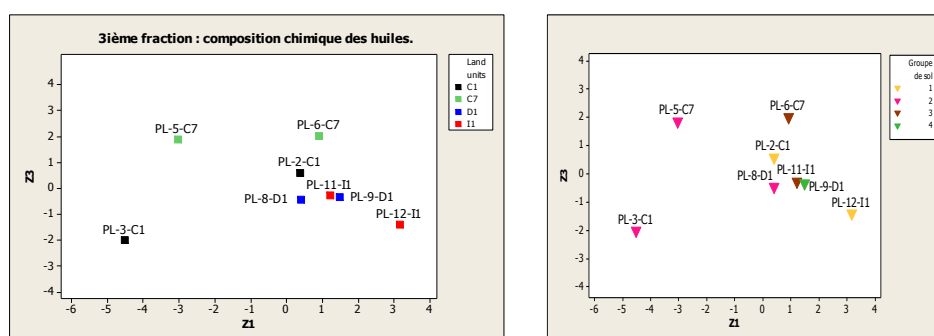
1^{ère} fraction récoltée :



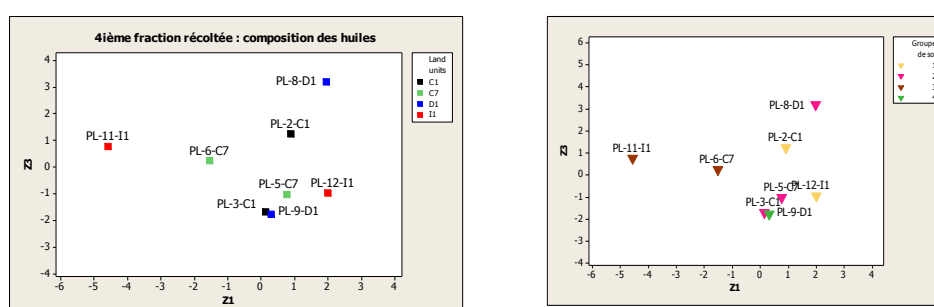
2^{ème} fraction récoltée :



3^{ème} fraction récoltée :



4^{ème} fraction récoltée :



Annexe 7 : Classification hiérarchisées des quatre fractions d'huile étudiées à l'échelle interparcellaire.

Première fraction

Cluster Analysis of Observations: C4; C12; C21; C23; C27; C37; C54; C61; ...

Euclidean Distance, Ward Linkage
Amalgamation Steps

Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined		New cluster	Number of obs. in new cluster
1	7	87.1920	2.7754	6	7	6	2
2	6	71.2259	6.2352	3	4	3	2
3	5	69.5387	6.6008	6	8	6	3
4	4	58.5200	8.9885	1	3	1	3
5	3	53.5419	10.0672	5	6	5	4
6	2	11.7568	19.1217	1	2	1	4
7	1	-13.8896	24.6792	1	5	1	8

Final Partition

Number of clusters: 4

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	3	58.8987	4.40021	5.12901
Cluster2	1	0.0000	0.00000	0.00000
Cluster3	1	0.0000	0.00000	0.00000
Cluster4	3	24.5507	2.65218	3.71477

Cluster Centroids

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4	Grand centroid
C4	1.4801	2.1708	2.2333	2.0411	1.8709
C12	12.4451	15.9707	12.0814	13.0505	13.0674
C21	10.8752	11.9243	1.3437	1.9168	6.4555
C23	11.2053	19.5157	11.1491	11.6607	12.4078
C27	37.2626	26.4066	32.6888	39.9857	36.3551
C37	0.1448	0.5590	0.0586	0.1130	0.1739
C54	1.8626	5.5540	1.1550	1.6704	2.1635
C61	5.5304	4.0944	7.1780	5.5313	5.5572
C62	1.1205	0.7893	1.1776	1.2247	1.1253
C70	2.5563	2.1102	3.4953	1.6664	2.2842
C72	1.1243	0.8297	0.0000	0.4106	0.6793
C110	1.0407	0.7034	1.1119	0.7188	0.8867
C112	2.8100	1.8104	3.1247	2.2346	2.5086
C120	0.3817	0.2394	0.3707	0.1769	0.2857
C121	1.6125	1.0393	1.7890	1.3650	1.4701

Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4
Cluster1	0.0000	14.7865	10.8618	9.5103
Cluster2	14.7865	0.0000	16.4586	19.3129
Cluster3	10.8618	16.4586	0.0000	7.9039
Cluster4	9.5103	19.3129	7.9039	0.0000

Deuxième fraction:

Cluster Analysis of Observations: C4; C12; C21; C23; C27; C37; C54; C61; ...

Euclidean Distance, Ward Linkage
Amalgamation Steps

Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined	New cluster	Number of obs. in new cluster
1	7	91.102	3.6624	4 8	4	2
2	6	85.031	6.1611	6 7	6	2
3	5	84.625	6.3280	3 4	3	3
4	4	73.132	11.0583	1 3	1	4
5	3	67.573	13.3462	1 2	1	5
6	2	25.712	30.5754	5 6	5	3
7	1	-108.207	85.6937	1 5	1	8

Final Partition
Number of clusters: 4

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	4	82.9431	4.22362	6.48913
Cluster2	1	0.0000	0.00000	0.00000
Cluster3	1	0.0000	0.00000	0.00000
Cluster4	2	18.9795	3.08054	3.08054

Cluster Centroids

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4	Grand centroid
C4	1.1005	0.8584	0.3026	2.11430	1.2240
C12	6.5526	6.3736	3.8585	8.05685	6.5695
C21	5.8288	5.7899	4.1417	6.52411	5.7869
C23	5.6425	9.6525	10.0350	5.37879	6.6269
C27	28.5531	32.9569	0.0000	0.02901	18.4034
C37	0.1167	0.6444	1.0481	0.04694	0.2816
C54	2.1216	9.4247	24.4345	1.77551	5.7371
C61	9.1085	6.9516	7.6021	9.90611	8.8500
C62	2.1777	1.5227	1.6273	2.14357	2.0185
C70	7.8836	6.0430	4.5382	8.60153	7.4148
C72	3.4748	2.3796	2.3015	3.11529	3.1013
C110	2.4335	1.6987	1.3278	2.66772	2.2620
C112	5.8614	3.8101	7.1786	6.36435	5.8954
C120	1.2540	0.6974	0.0000	1.21920	1.0190
C121	3.5623	2.2438	3.9318	3.98793	3.5501

Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4
Cluster1	0.0000	10.2783	36.9303	28.6245
Cluster2	10.2783	0.0000	36.5874	34.5443
Cluster3	36.9303	36.5874	0.0000	24.2774
Cluster4	28.6245	34.5443	24.2774	0.0000

Troisième fraction :

Cluster Analysis of Observations: C4; C12; C21; C23; C27; C37; C54; C61; ...

Euclidean Distance, Ward Linkage
Amalgamation Steps

Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined		New cluster	Number of obs. in new cluster
1	7	72.9451	2.9367	6	7	6	2
2	6	69.2964	3.3328	6	8	6	3
3	5	58.8498	4.4667	1	5	1	2
4	4	57.2856	4.6365	4	6	4	4
5	3	36.3937	6.9042	2	3	2	2
6	2	-16.1715	12.6100	2	4	2	6
7	1	-26.9230	13.7770	1	2	1	8

Final Partition

Number of clusters: 3

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	2	9.9757	2.23335	2.23335
Cluster2	2	23.8341	3.45211	3.45211
Cluster3	4	20.4954	2.20867	2.82192

Cluster Centroids

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Grand centroid
C4	1.1649	0.5831	0.9995	0.9367
C12	3.2274	2.2730	3.6264	3.1883
C21	2.0142	1.5150	1.8774	1.8210
C23	1.2656	1.7976	1.4171	1.4743
C27	7.9174	9.3800	9.9433	9.2960
C37	0.0395	0.3141	0.0915	0.1341
C54	1.5962	8.2211	3.0248	3.9667
C61	7.9136	8.4489	8.4881	8.3347
C62	3.5086	2.1549	2.5433	2.6875
C70	21.8040	17.4788	15.8517	17.7465
C72	10.0025	9.9896	8.6083	9.3022
C110	4.2114	3.8651	4.8670	4.4526
C112	10.0883	8.8690	11.3912	10.4349
C120	3.3340	3.0185	3.6661	3.4212
C121	6.6129	5.6554	8.0604	7.0973

Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3
Cluster1	0.00000	8.44593	7.02451
Cluster2	8.44593	0.00000	6.92276
Cluster3	7.02451	6.92276	0.00000

Quatrième fraction :

Cluster Analysis of Observations: C4; C12; C21; C23; C27; C37; C54; C61; ...

Euclidean Distance, Ward Linkage
Amalgamation Steps

Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined		New cluster	Number of obs. in new cluster
1	7	72.8126	2.7594	1	2	1	2
2	6	69.2224	3.1238	3	8	3	2
3	5	61.1922	3.9388	4	7	4	2
4	4	58.0192	4.2608	1	5	1	3
5	3	50.9643	4.9769	3	4	3	4
6	2	27.0939	7.3996	3	6	3	5
7	1	-11.1786	11.2841	1	3	1	8

Final Partition
Number of clusters: 3

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	3	13.2419	1.97646	2.50795
Cluster2	4	24.5688	2.47027	2.77637
Cluster3	1	0.0000	0.00000	0.00000

Cluster Centroids

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Grand centroid
C4	0.3500	0.2944	0.2998	0.3159
C12	1.9722	2.2940	1.9481	2.1301
C21	0.5058	0.5380	0.4679	0.5172
C23	0.6001	0.8118	0.5257	0.6966
C27	1.5004	2.3895	2.0053	2.0081
C37	0.0321	0.0295	0.0405	0.0319
C54	1.1852	0.9293	1.2402	1.0641
C61	2.1522	2.3479	2.5664	2.3019
C62	1.5954	1.7002	2.6493	1.7795
C70	26.5903	22.1676	19.6181	23.5074
C72	16.8450	17.4446	13.1001	16.6767
C110	3.8117	3.9131	3.7558	3.8555
C112	9.3185	10.1237	9.4679	9.7398
C120	4.8015	5.7984	4.0443	5.2053
C121	7.1452	8.2651	7.1497	7.7057

Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3
Cluster1	0.00000	4.88711	8.04895
Cluster2	4.88711	0.00000	5.61700
Cluster3	8.04895	5.61700	0.00000