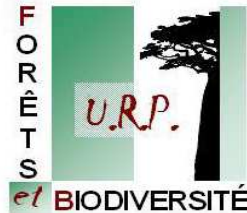
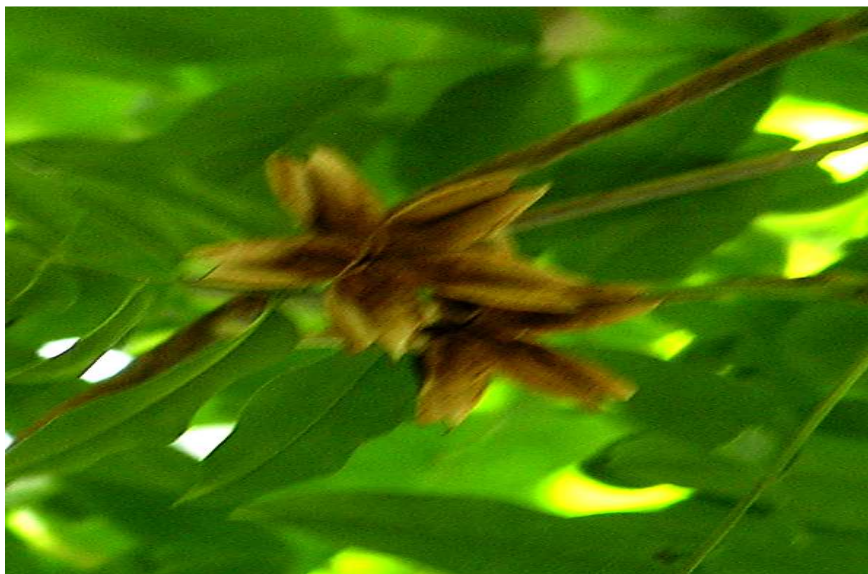


**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO**  
**Ecole supérieure des Sciences Agronomiques**  
**Département des Eaux et Forêts**



**Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies**  
**En Foresterie, Développement et Environnement**

**Etude de la variabilité qualitative et quantitative**  
**de l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei***  
**en vue d'une meilleure valorisation**



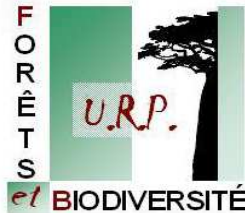
Présenté par :

**RAZAFIMAMONJISON Dina Emile Nicolas Gaylor**

**Promotion RIANALA 2006 – 2007**



**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO**  
**Ecole supérieure des Sciences Agronomiques**  
**Département des Eaux et Forêts**



**Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies**  
**En Foresterie, Développement et Environnement**

**Etude de la variabilité qualitative et quantitative**  
**de l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei***  
**en vue d'une meilleure valorisation**

Présenté par :

**RAZAFIMAMONJISON Dina Emile Nicolas Gaylor**  
PROMOTION RIANALA 2006 – 2007

Devant les membres du jury composés par :

Président : *Professeur RAKOTOZANDRINY Jean de Neupomuscène*

Rapporteur : *Docteur DANTHU Pascal,*

Rapporteur : *Professeur Panja RAMANOELINA,*

Examineur : *Professeur RAMAMONJISOA Lolona,*

**Date de soutenance : 14 Août 2007**

*"Mais ce que je suis, je le dois à la grâce de  
Dieu, et à sa grâce à mon égard n'a pas été*

*vaine*

*I COR, 15; 10"*

## REMERCIEMENTS

*Ce travail n'a pas pu être mené à terme sans les aides précieuses et le soutien de plusieurs personnes; nous tenons à remercier, plus particulièrement:*

*Les membres de jury qui nous font l'honneur de juger ce travail.*

***"Qu'ils reçoivent ici l'expression de ma plus profonde gratitude"***

☞ *Au Professeur RAKOTOZANDRINY Jean de Neupomuscène, Chef de département élevage. Enseignant chercheur à l'École Supérieure des Sciences Agronomiques pour avoir bien voulu présider le jury de ce mémoire.*

***"Qu'il veuille accepter mes plus vifs remerciements et ma respectueuse reconnaissance"***

☞ *Au Professeur RAMAMONJISOA Lolona, Enseignant chercheur à l'École Supérieure des Sciences Agronomiques qui a bien voulu examiner et juger ce travail.*

***"Qu'elle reçoive ici ma très profonde reconnaissance"***

☞ *Au Docteur DANTHU Pascal, Coordinateur du programme de l'URP Forêts – Biodiversité au CIRAD – FORET, à qui nous devons ce sujet, et dont les précieux conseils autant sur la technique que sur la rédaction ont permis l'accomplissement de ce mémoire.*

***"Qu'il trouve ici ma très haute considération"***

☞ *Au Professeur Pajia RAMANOELINA, Enseignant chercheur et Directeur de l'École Supérieure des Sciences Agronomiques, notre tuteur, qui malgré ses nombreuses occupations, a bien voulu prendre la peine de corriger et d'encadrer ce travail.*

***"Qu'il trouve ici mes remerciements les plus chaleureux"***

*Nous tenons également à exprimer notre profonde gratitude :*

☞ *Au Professeur RAJOELISON Gabrielle, Chef de Département des Eaux et Forêts à l'École Supérieure des Sciences Agronomiques.*

☞ *Au Professeur RAMAMONJISOA Bruno, Coordinateur du 3<sup>ème</sup> Cycle du Département des Eaux et Forêts à l'École Supérieure des Sciences Agronomiques.*

☞ *Au Docteur RANDRIANJAFY Honoré, Chef de Département de Recherche Forestière et Piscicole.*

☞ *A Madame ANDRIANOELISOA Hanitra pour ses conseils avisés.*

☞ *Personnel du département IAA et Eaux et Forêts*

☞ *Personnel du FOFIFA – DRFP et du CIRAD – FORET*

☞ *Nos amis de la promotion RIANALA*

☞ *Ma famille et mes amis*

☞ *Ma femme Hanitra et à notre fils Tiavina*

***"Merci pour votre affection et votre soutien"***

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>PREMIERE PARTIE: CADRE CONCEPTUEL – GENERALITES SUR CEDRELOPSIS GREVEI ET SES HUILES ESSENTIELLES</b> .....	<b>3</b>
I. CADRE CONCEPTUEL DE LA RECHERCHE .....	3
I.1. Contexte .....	3
I.2. Problématique .....	3
I.3. Objectifs .....	4
I.3.1. Objectif général .....	4
I.3.2. Objectifs spécifiques .....	4
I.4. Résultats attendus .....	5
I.5. Hypothèses .....	5
I.5.1. Hypothèse globale .....	5
I.5.2. Hypothèses spécifiques .....	5
I.5.3. Analyses des hypothèses .....	6
II. ETAT DES CONNAISSANCES .....	7
II.1. Historique et répartition géographiques .....	7
II.2. Systématique .....	8
II.4. Phénologie .....	12
II.5. Indications thérapeutiques .....	12
II.6. Multiplication de la plante .....	13
II.7. Etudes antérieures sur l'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	13
II.7.1. Rendement .....	13
II.7.2. Caractéristiques physico – chimiques .....	13
II.7.3. Composition chimique .....	14
III. GENERALITES SUR LES HUILES ESSENTIELLES ET PRESENTATION DES MILIEUX D'ETUDE .....	15
III.1. Généralités sur les composés aromatiques .....	15
III.1.1. Quelques définitions .....	15
III.1.2. Facteurs de qualité d'une huile essentielle .....	16
III.2. Répartition générale de <i>Cedrelopsis grevei</i> et sites d'étude .....	17
III.2.1. Le site de l'Ouest: Le Massif de Tsianimpihy – Antsalova .....	18
III.2.2. Le site du Sud – ouest : .....	20
III.2.3. Le site du Nord – ouest : réserve spéciale d'Ankarafantsika .....	23
<b>DEUXIEME PARTIE: DEMARCHE METHODOLOGIQUE</b> .....	<b>26</b>
I. Echantillonnage .....	26
II. Collecte des échantillons .....	26
II.1. Les méthodes utilisées .....	26
II.2. Traitements préliminaires .....	27
III. Techniques d'extraction utilisées .....	27
III.1. Hydrodistillation .....	27
III.1.1. Principe .....	27
III.1.1. Matériels utilisés .....	27
III.2. Extraction par solvant (macération à froid) .....	28
III.2.1. Principe .....	28
III.2.2. Matériels .....	28
IV. Etude de la cinétique de distillation .....	29
V. Evaluation du rendement de distillation .....	29
VI. Détermination des caractéristiques physico- chimiques .....	30
VI.1. Densité relative .....	30
VI.2. Indice de réfraction .....	30
VII. Détermination de la qualité organoleptique .....	31
VIII. Détermination de la composition chimique .....	31
VIII.1. Définitions de la CPG .....	31
VIII.2. Principe de la CPG .....	31

VIII.3. Conditions opératoires .....	32
VIII.4 Identification des pics .....	32
IX. Méthodes d'analyses statistiques utilisées .....	32
IX.1. Analyse en composantes principales (ACP).....	32
IX.1.1. Objectifs et principes .....	33
IX.1.2. Interprétations .....	33
IX.2. L'analyse factorielle discriminante (AFD).....	33
IX.2.1. Objectifs et principes .....	33
IX.2.2. Interprétations.....	34
<b>TROISIEME PARTIE: RESULTATS DES ANALYSES PAR C.P.G. ....</b>	<b>35</b>
I. Composition chimique des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> suivant les sites de collecte.....	35
I.1. Composition chimique des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> d'Ankarafantsika .....	35
I.2. Composition chimique des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> d'Antsalova .....	40
I.3. Composition chimique des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> de Sakaraha.....	45
I.4. Composition chimique des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> de Belo.....	50
I.5. Composition chimique des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> d'Antevamena .....	55
II. Composition chimique des concrètes de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	64
II.1. Composition chimique des concrètes de <i>Cedrelopsis grevei</i> de Sakaraha et d' Antsalova. ....	65
II.2. Comparaison entre la composition chimique moyenne des huiles essentielles et concrètes de <i>Cedrelopsis grevei</i> . ....	67
<b>QUATRIEME PARTIE: RESULTATS DES ANALYSES STATISTIQUES ET INTERPRETATIONS. 71</b>	<b>71</b>
I. Etude de la variation de la composition chimique de l'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> suivant les sites de collecte.....	71
I.1. Analyse en composantes principales des échantillons d'huile essentielle .....	71
I.1.1. Valeurs propres.....	71
I.1.2. Caractérisation des variables et des individus .....	71
I.2. Analyse Factorielle Discriminante des échantillons d'huile essentielle.....	74
I.2.1. Test de Lambda de Wilks .....	74
I.2.2. Valeurs propres.....	75
I.2.3. Description des groupes.....	75
I.2.4. Caractérisation des groupes .....	75
I.2.5. Synthèse: Influence des sites de collecte sur la composition chimique des huiles essentielles ....	78
I.3. Caractérisation chimique des groupes formés .....	81
I.3.1. Caractéristiques organoleptiques .....	81
I.3.2. Evaluation du rendement en huile essentielle.....	81
I.3.3. Caractéristiques physico- chimiques des groupes formés.....	82
II. Etude de la variation de la composition chimique de <i>Cedrelopsis grevei</i> suivant les méthodes d'extraction. ....	82
II.1. Analyse en composantes principales des échantillons d'huile essentielle et concrète d'Antsalova et de Sakaraha .....	82
II.1.1. Valeurs propres .....	82
II.1.2. Caractérisation des variables et des individus .....	83
II.2. Analyse en composantes principales des échantillons d'huile essentielle et concrète d'Antsalova .....	85
II.2.1. Valeurs propres .....	85
II.2.2. Caractérisation des variables et des individus .....	85
II.3. Analyse Factorielle Discriminante des échantillons d'huile essentielle et concrète d'Antsalova .....	87
II.3.1. Test de Lambda de Wilks.....	87
II.3.2. Valeurs propres .....	88
II.3.3. Description des groupes .....	88
II.3.4. Caractérisation des groupes.....	88
II.4. Analyse en composantes principales des échantillons d'huile essentielle et concrète de Sakaraha.....	92
II.4.1. Valeurs propres .....	92
II.4.2. Caractérisation des variables et des individus .....	92
II.5. Analyse Factorielle Discriminante des échantillons d'huile essentielle et concrète de Sakaraha.....	94
II.5.1. Test de Lambda de Wilks.....	94
II.5.2. Valeurs propres .....	94
II.5.3. Description des groupes .....	95
II.5.4. Caractérisation des groupes.....	95

II.5.5. Synthèse: influence des deux méthodes d'extraction sur la composition chimique.....	97
II.6. Caractérisation chimique des groupes formés.....	98
II.6.1. Les caractéristiques organoleptiques.....	98
II.6.2. Evaluation du rendement d'extraction .....	98
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>99</b>
BIBLIOGRAPHIE .....	102



**TABLE DES ANNEXES**

ANNEXE 1 : HYDRODISTILLATION.....	i
ANNEXE 2 : DENSITE RELATIVE .....	ii
ANNEXE 3 : INDICE DE REFRACTION.....	iii
ANNEXE 4 : CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE.....	iv
ANNEXE 5: PARAMETRES STATISTIQUES DES HUILES ESSENTIELLES ET CONCRETES.....	v
ANNEXE 6: PARAMETRES STATISTIQUES DES HUILES ESSENTIELLES.....	vi

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau n°1 : indicateurs de vérification.....	6
Tableau n°2 : Noms vernaculaires des espèces du genre <i>Cedrelopsis</i> .....	7
Tableau n°3 : Systématique de l'espèce <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	8
Tableau n°4 : Rendement en huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	13
Tableau n°5 : Caractéristiques physico – chimiques de l'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	13
Tableau n°6 : Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	14
Tableau n° 7: Composition chimique des échantillons d'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> d'Ankarafantsika (%). .....	36
Tableau n° 8: Groupe des constituants des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> d'Ankarafantsika. ....	38
Tableau n° 9: Composition chimique des échantillons d'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> d'Antsalova (%). .....	41
Tableau n° 10: Groupe des constituants des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> d'Antsalova. ....	43
Tableau n° 11: Composition chimique des échantillons d'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> de Sakaraha (%). ....	46
Tableau n° 12: Groupe des constituants des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> de Sakaraha. ....	48
Tableau n° 13: Composition chimique des échantillons d'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> de Belo (%). .....	51
Tableau n° 14: Groupe des constituants des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> de Belo. ....	53
Tableau n° 15: Composition chimique des échantillons d'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> d'Antevamena (%). .....	56
Tableau n° 16: Groupe des constituants des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> d'Antevamena. ....	58
Tableau n°17: Teneurs minima, maxima, les moyennes et les écart – types des échantillons d'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> suivant la région de collecte. ....	60
Tableau n° 18: Moyennes et écart – types des constituants pour les 25 échantillons d'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> . ....	62

Tableau n° 19: Composition chimique des concrètes de <i>Cedrelopsis grevei</i> de Sakaraha et d'Antsalova.....	65
Tableau n° 20: Groupe des constituants des concrètes de <i>Cedrelopsis grevei</i> de Sakaraha et d'Antsalova.....	66
Tableau n° 21: Comparaison entre la composition chimique moyenne des huiles essentielles et concrètes de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	67
Tableau n° 22: Moyennes et écart-types des constituants d'huile essentielle et concrète.....	69
Tableau n° 23: Valeurs propres des axes principaux (ACP) des échantillons d'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	71
Tableau n° 24: Test de Lambda de Wilks des échantillons d'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	74
Tableau n°25: Valeurs propres et pourcentage de variance des échantillons d'huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	75
Tableau n° 26: Fréquence des cinq groupes formés.....	75
Tableau n° 27: Caractéristique descriptive des cinq groupes formés.....	76
Tableau n° 28: Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> , .....	81
Tableau n° 29: Rendement en huile essentielle de <i>Cedrelopsis grevei</i> suivant les groupes formés.....	81
Tableau n° 30: Caractéristiques physico- chimiques des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> , .....	82
Tableau n° 31: Valeurs propres des axes principaux (ACP) des échantillons d'huile essentielle et concrète de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	83
Tableau n° 32: Valeurs propres des échantillons d'huile essentielle et concrète de <i>Cedrelopsis grevei</i> provenant d'Antsalova.....	85
Tableau n°33: Test de Lambda de Wilks des échantillons d'huile essentielle et concrète de <i>Cedrelopsis grevei</i> provenant d'Antsalova.....	87
Tableau n° 34: Valeurs propres et pourcentage de variance des échantillons d'huile essentielle et concrète de <i>Cedrelopsis grevei</i> provenant d'Antsalova.....	88
Tableau n° 35: Fréquence des deux groupes formés.....	88
Tableau n° 36: Caractéristique descriptive des groupes formés des échantillons d'Antsalova	89
Tableau n° 37: Valeurs propres des échantillons d'huile essentielle et concrète de <i>Cedrelopsis grevei</i> provenant de Sakaraha.....	92

Tableau n° 38: Test de Lambda de Wilks des échantillons d'huile essentielle et concrète de <i>Cedrelopsis grevei</i> provenant de Sakaraha .....	94
Tableau n° 39: Valeurs propres et pourcentage de variance des échantillons d'huile essentielle et concrète de <i>Cedrelopsis grevei</i> provenant de Sakaraha .....	94
Tableau n° 40: Fréquence des deux groupes formés des échantillons de Sakaraha.....	95
Tableau n° 41: Caractéristique descriptive des groupes formés .....	95
Le tableau n° 42: Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles et concrètes de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	98
Tableau n° 43: Comparaison du rendement d'extraction .....	98

## **LISTE DES FIGURES**

Figure n° 1: Deux face d'écorce de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	9
Figure n° 2: Herbar de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	10
Figure n° 3: Fragment d'une inflorescence avec des boutons floraux.....	11
Figure n° 4: Fleurs mâles de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	11
Figure n° 5: Fruits de <i>Cedrelopsis grevei</i> .....	12
Figure n°6: carte de localisation des milieux d'étude.....	18
Figure n°7: Courbe ombrothermique de Gaussen de la forêt de Tsianimpihy.....	19
Figure n°8: Courbe ombrothermique de Gaussen de la forêt de Kirindy MITE.....	21
Figure n°9: Courbe ombrothermique de Gaussen de la forêt d'Ankarafantsika.....	24
Figure n° 10: Hydrodistillateur de laboratoire .....	28
Figure n° 11: Profil chromatographique des huiles essentielles .....	35
d'Ankarafantsika.....	35
Figure n° 12: Profil chromatographique des huiles essentielles d'Antsalova.....	40
Figure n° 13: Profil chromatographique des huiles essentielles de Sakaraha.....	45
Figure n° 14: Profil chromatographique des huiles essentielles de Belo .....	50
Figure n° 15: Profil chromatographique des huiles essentielles d'Antevamena.....	55
Figure n° 16: Profil chromatographique de concrète de Sakaraha.....	64
Figure n° 17: Profil chromatographique de concrète d'Antsalova .....	64
Figure n° 18: Représentations graphiques des variables et individus des huiles essentielles dans le plan formé par l'axe 1 et l'axe 2.....	72
Figure n° 19: Représentations graphiques des variables et individus des huiles essentielles dans le plan formé par l'axe 1 et l'axe 3.....	73
Figure n° 20: Comparaison des groupes de constituants chimiques des huiles essentielles de <i>Cedrelopsis grevei</i> , .....	77
Figure n° 21: Représentations graphiques des variables et individus des huiles essentielles suivant l'axe 1 et l'axe 2 en AFD .....	79
Figure n° 22: Représentations graphiques des variables et individus des huiles essentielles suivant l'axe 1 et l'axe 3 en AFD .....	80
Figure n° 23: Représentations graphiques des variables et individus des huiles essentielles et concrètes dans le plan formé par l'axe 1 et l'axe 2 .....	84
Figure n° 24: Représentations graphiques des variables et individus des huiles essentielles et concrètes d'Antsalova dans le plan formé par l'axe 1 et l'axe 2 .....	86

Figure n° 25: Comparaison des groupes de constituants chimiques des huiles essentielles et concrètes de <i>Cedrelopsis grevei</i> provenant d'Antsalova .....	90
Figure n° 26: Représentations graphiques des variables et individus des huiles et concrètes d'Antsalova en AFD .....	91
Figure n° 27: Représentations graphiques des variables et individus des huiles et concrètes de Sakaraha dans le plan formé par l'axe 1 et l'axe 2.....	93
Figure n° 28: Comparaison des groupes de constituants chimiques des huiles essentielles et concrètes de <i>Cedrelopsis grevei</i> provenant de Sakaraha.....	96
Figure n° 29: Représentations graphiques des variables et individus des huiles et concrètes de Sakaraha en AFD .....	97

## **GLOSSAIRE**

**Aile** : n.f. (lat. *ala*). Chacun des deux pétales latéraux de la corolle des papilionacées ; expansion membraneuse de certains organes (tiges, fruits, graines.).

**Alternes** : adj. (lat. *alternus*, alterne). Disposition de diverses pièces qui sont placées alternativement, et non en face l'une de l'autre.

**Anthérode** : n.f. étamine non fonctionnelle.

**Arthralgie** : n.f. (gr. *Arthron*, articulation) ; (*algos*, douleur). Douleur articulaire sans lésion appréciable de l'articulation.

**Asthénie** : n.f. (gr.a-, privatif ; *sthénos*, force). Dépression de l'état légal, entraînant à sa suite des insuffisances fonctionnelles multiples.

**Athrepsie** : n.f. (gr.a- privatif ; *threpsis*, nutrition). Etat de déchéance profonde de l'organisme constituant la phase ultime de la dénutrition chez les enfants privée du sein et âgés de moins de quatre mois.

**Barochore** : adj. (gr. *baros*, pesanteur ; *khoreia*, danse). Se dit d'une plante dont le mode de dissémination des graines se fait par simple pesanteur de leur fruit.

**Bractée** : n.f. (lat. *bractea*, feuille de métal). Petite feuille généralement différente des autres feuilles, à la base du pédoncule floral.

**Bractéole** : n.f. petite bractée.

**Bush** : n.m. (pl. buches) (mot angl., broussailles). Formations végétales adaptées à la sécheresse, constituée d'arbustes serrés et d'arbres bas isolés.

**Cachexies** : n.f. (gr. *kakos*, mauvais, *hexis*, disposition). Altération profonde de l'état général avec maigreur extrême, telle qu'on observe à la phase terminale des affections chroniques.

**Caduque** : adj (lat. *cadere*, tomber). Se dit d'un feuillage (ou chaque feuille) d'un végétale destiné à tomber en cours d'année, après avoir rempli sa fonction, ce qui se produit normalement à l'approche de la mauvaise saison.

**Calice** : n.m. (gr. *kalux*). Ensemble des sépales d'une fleur.

**Coriaces** : adj. (lat. *coriaceus*, de *corium*), cuir). Ayant la consistance du cuir.

**Corolle** : n.f. (lat. *corolla*). Ensemble des pétales d'une fleur, souvent colorés.

**Estuaire** : n.f. (lat. *aesturium*, de *aestus*, marées). Embouchure d'un fleuve sur une mer ouverte et où se font sentir les marées.

**Folioles** : n.f. (dimin. Du lat, *folium*, feuille). Chaque division d'une feuille composée.

**Futaie** : n.f. 'du lat. *fustis*, fût). Formation forestière ayant des arbres de grande dimension au fût élevé et droit.

**Glabre** : adj. (lat, *glaber*, glabre). Se dit d'un orange dépourvu de poils.

**Héliophiles** : adj. (gr. *hélios*, soleil ; *philos*, ami). Si dit d'une plante qui croît en hauteur, à dessus des autres végétaux, à cause d'une recherche permanente de lumière.

**Inflorescence** : n.. (du lat. *inflorescere*, fleurir). Mode de regroupement des fleurs sur une plante. Les principaux types d'inflorescence sont : grappe, épi, ombelle, capitule, cyme, corymbe).

**Limbe** : n.m. (lat. *limbus*, bord). Partie principale élargie et étalée de la feuille.

**Lobe** : n.m. (gr. *lobos*, lobe de *Toreille*). Division profonde et généralement arrondie d'une feuille, d'un pétiole.

**Panicules** : n.f. (lat. *panicula*, panicule). Inflorescence indéfinie (et donc terminée par un bourgeon) et dérivée de l'épi et que les fleurs, isolées ou groupées, sont pédonculées.

**Pédicelle** : n.m. (lat. *pedicellus*, petit pied). Petit pédoncule.

**Pédoncule** : n.m. (lat. *pedunculus*, diminutif de pied). Queue d'une fleur ou d'un fruit.

**Pétale** : n.m. (gr. *petalon*, feuille). Chacun des éléments qui composent la corolle d'une fleur, formés d'un limbe coloré et d'un onglet qui les rattache au calice.

**Sciaphile** : adj. (lat. gr. *skia*, ombre ; *philos*, ami). Set dit d'une plante qui croît bien sous nu feuillage qui lui sert d'ombrage.

**Xérophile** : n.f. (lat. *valva*, battant de porte). Chacune des parties d'un fruit sec qui s'ouvre pour laisser échapper les graines.

**Zoochore** : adj. (gr. *zôom*, animal ; *khoreia*, danse). Se dit d'une plante dont le mode de dissémination des graines se fait par l'intermédiaire d'animaux.



## INTRODUCTION

Dans le contexte global de la mondialisation de l'économie, Madagascar doit s'orienter encore plus vers le marché international. Etant donné la vocation agricole du pays, les exportations malgaches sont largement dominées par les produits bruts et les matières premières issues du secteur agricole. Le cas des exportations des produits issus de l'exploitation des plantes aromatiques et médicinales destinées à diverses fins (cosmétique, parfumerie, pharmaceutique...) sont alors appelés à tenir une place de plus en plus importante dans cette économie nationale. Actuellement, les industries de parfumerie et cosmétique ont recours à la recherche des produits nouveaux issus du monde végétal aussi faibles et efficaces que ceux à base de composés synthétiques.

Les potentialités de la flore malgache en plantes aromatiques et médicinales sont encore mal connues même si c'est l'une des plus riches et des plus diversifiées du monde, avec un degré d'endémicité exceptionnel (près de 80%) (RANDRIAMIHARISOA, 1996). Pourtant, la connaissance des végétaux et de leurs caractéristiques constitue une information de base pour de meilleures mesures pour leur protection, mais aussi leur production. En outre, il importe de faire régulièrement l'état de la connaissance de la flore afin d'ajuster les stratégies pour la valorisation durable des ressources floristiques.

Aujourd'hui, les forêts malgaches sont sérieusement menacées de disparition ; les calculs ont montré que si la déforestation se maintient à son rythme actuel, seules les forêts sur les pentes abruptes subsisteront. Alertés, les opérateurs se proposent de suivre une gestion optimale de la ressource naturelle en vue de la durabilité de la production d'huile essentielle, extraits aromatiques et d'autres produits. Les genres qui sont capables d'élaborer ces principes volatils sont en première approximation regroupés dans un nombre assez restreint des familles d'angiospermes. A l'heure actuelle, certaines de ces plantes restent encore en grande quantité, d'autres par contre, sont menacées de disparition à cause d'une forte exploitation non contrôlée.

L'espèce *Cedrelopsis grevei* (katrafay) fait partie de ces espèces, qui selon la pharmacopée malgache, présente des vertus curatives très vastes, utilisées dans la médecine traditionnelle et produit une huile essentielle potentiellement fort demandée.

C'est dans ce sens que le présent travail intitulé « **Etude de la variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* en vue d'une meilleure valorisation** » a été entrepris dans le cadre de l'URP/FB (Unité de Recherche en Partenariat Forêt/ Biodiversité) qui fait intervenir des institutions telles que le FFEM, CIRAD Forêt, FOFIFA et l'Université d'Antananarivo.

Ce travail déduira d'éventuelles suggestions sur le mode d'exploitation durable et également à la normalisation des composés aromatiques de *Cedrelopsis grevei*, dans ce sens où cette approche s'avère indispensable pour améliorer la qualité du produit et faciliter ainsi sa commercialisation aux utilisateurs.

Pour y parvenir, la première partie essayera d'expliquer, le cadre conceptuel et les généralités sur *Cedrelopsis grevei* et ses huiles essentielles; la deuxième partie sera consacrée à la démarche méthodologique. La troisième partie illustrera les résultats des analyses par la Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG). Les traitements statistiques avec leurs interprétations seront développés dans la quatrième partie.

**PREMIERE PARTIE: CADRE CONCEPTUEL – GENERALITES SUR  
CEDRELOPSIS GREVEI ET SES HUILES ESSENTIELLES**

**I. CADRE CONCEPTUEL DE LA RECHERCHE**

**I.1. Contexte**

L'U.R.P. – F.B. ou Unité de Recherche en Partenariat Forêt – Biodiversité est le fruit de la valorisation des compétences nationales et le partenariat dégagé par la commission mixte franco – malgache en Mars 2000. C'est le regroupement des compétences entre trois institutions partenaires : le CIRAD en tant qu'organisme de recherche agronomique, le FOFIFA et l'Université d'Antananarivo. Dans ce cadre, ces partenaires mènent ensemble des activités pluridisciplinaires en matière de recherche, formation et développement technologique. La création de ce pôle de compétence a été concrétisée par une convention de partenariat dont la notification a fait l'objet d'une signature officielle qui s'est tenue à la Direction Générale du FOFIFA à Ampandrianomby le 11 Avril 2002. Le domaine d'intervention se concentre sur les modes de gestion durable de la biodiversité forestière.

**I.2. Problématique**

Depuis des décennies, Madagascar a fourni aux principales maisons de parfumerie des huiles essentielles et extraits aromatiques. La demande reste élevée, non seulement en Europe, mais aussi aux USA, au Japon, en Australie et au Canada. La grande île a une collection de flore unique et riche. On a dénombré 13.000 espèces dont 80% endémiques. Pourtant, cette flore disparaît à un taux alarmant selon les données publiées. Seulement 1% des espèces a été étudiée en phytopharmacie, et seulement 10% ont été reconnues pour l'activité biologique. (HUDSON *et al*, 2000)

L'espèce *Cedrelopsis grevei* (Katrafay) fait partie de ces espèces, une essence forestière à usage multiple, très utilisée et exploitée par la population. Elle sert de bois de chauffe, de construction de case, de bois de chauffage, bois de confection de boutre, bois de fabrication de meuble et d'outillage domestique divers. (RAZANAMPARANY, 2005; RAKOTOMALALA, 2004 et RAIVOARISOA, 1999)

Les recherches menées ont montré aussi que cette espèce menacée produit une huile essentielle potentiellement fort demandée.

Plusieurs auteurs (RAZANAMPARANY, 2005; RAKOTOMALALA, 2004; JEAN – FRANCOIS C. *et al*, 2003 et ANNE GAUVIN *et al.*, 2003) ont déjà étudié l'espèce *Cedrelopsis grevei*, sur des sites bien définis. La majorité s'est concentrée sur des spécifications qualitatives et quantitatives donc physico-chimiques. Pourtant, la comparaison de ces résultats tant que physico-chimiques que constituant chimique met ainsi en évidence une considérable variabilité qualitative que quantitative.

D'une manière exhaustive et compte tenu de cette variabilité la question fondamentale qui se pose est : « **Comment se structure la variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de l'espèce *Cedrelopsis grevei* ?** ». Cette problématique générale peut se diviser en plusieurs sous questions parmi lesquelles:

- L'origine géographique influe – t – elle sur le rendement et la composition chimique de l'huile essentielle ?
- Existe – t – il une similarité ou non entre la composition chimique de l'huile essentielle obtenue par hydrodistillation et l'extrait issu de l'extraction par solvant organique ?

C'est sur ces questions que portera notre travail.

### **I.3. Objectifs**

#### **I.3.1. Objectif général**

L'objectif général de cette étude est de connaître et de maîtriser les facteurs responsables des variabilités qualitatives et quantitatives des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei*.

#### **I.3.2. Objectifs spécifiques**

- Différencier l'origine géographique de *Cedrelopsis grevei* suivant les aspects de variabilités spécifiques des constituants chimiques, organoleptiques et physico – chimiques de ses huiles essentielles.
- Montrer l'existence de la variabilité de la composition chimique des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* obtenue par deux méthodes d'extractions différentes.

#### **I.4. Résultats attendus**

- Région de collecte différenciée suivant le rendement, la composition chimique ainsi que les caractéristiques physico-chimique et organoleptiques de ses huiles essentielles.
- Protocoles d'extractions répétables permettant une estimation et une appréciation fiable de la quantité et la qualité des huiles essentielles.

#### **I.5. Hypothèses**

##### ***I.5.1. Hypothèse globale***

Dans le cas de cette espèce, l'hypothèse générale de l'étude se résume comme suit :  
**« En tant que plante odorante, le *Cedrelopsis grevei* est source d'huile essentielle qui varie, quantitativement et qualitativement, selon les origines géographiques de l'échantillons et les méthodes d'extraction».**

##### ***I.5.2. Hypothèses spécifiques***

Cette hypothèse générale peut se décomposer en quelques propositions :

**Hypothèse 1** : l'origine géographique de la plante, la période de collecte, le biotope incluant les conditions climatiques, la nature et la composition du sol, peuvent influencer la quantité et la qualité de l'huile essentielle produite (RANAIVOSOA, 2006 et RAZAFINIMANANA, 2004).

La variabilité qualitative et quantitative peut être étudiée en pratiquant une analyse des échantillons d'huile essentielle récoltés par arbre séparés de différentes régions.

**Hypothèse 2** : Le processus de distillation joue un rôle important dans la maîtrise de la quantité et qualité d'une huile essentielle. Un produit obtenu par hydrodistillation ne sera pas identique à celui qui provient d'une extraction par des solvants organiques (RAMANOELINA, 2004).

La comparaison des analyses physico – chimiques permet la distinction de ces méthodes d'extractions.

### 1.5.3. Analyses des hypothèses

**Tableau n°1 : indicateurs de vérification**

HYPOTHESES	INDICATEURS	MODE DE VERIFICATION	MOYEN DE VERIFICATION
H1: L'origine géographique de la plante, la période de collecte, le biotope incluant les conditions climatiques, la nature et la composition du sol, peut influencer la quantité et la qualité de l'huile essentielle produite	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendement</li> <li>- Composition chimique moyenne et écarts-types</li> <li>- Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques</li> </ul>	Identification et comparaison des groupes de constituants chimiques et les constituants majeurs suivant les sites de collectes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extraction d'huile essentielle et extrait aromatique</li> <li>- Calcul rendement</li> <li>- Détermination des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques</li> <li>- Analyse des échantillons d'huile essentielle sur CPG</li> <li>- Traitement statistique des résultats d'analyses obtenus sur CPG des huiles essentielles:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ACP</li> <li>▪ AFD</li> </ul> </li> </ul>
H2: Le processus de distillation joue un rôle important dans la maîtrise de la quantité et qualité d'une huile essentielle. Un produit obtenu par hydrodistillation ne sera pas identique à celui qui provient d'une extraction par des solvants organiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Types par groupe de constituants des paramètres physico-chimiques</li> <li>- Corrélation entre variables et individus</li> <li>- Evolution des monoterpènes, sesquiterpènes et produits oxygénés</li> <li>- Pourcentages relatifs des constituants majeurs</li> </ul>	Comparaison entre les paramètres statistiques observés dans les résultats des tests et les paramètres de référence (rendement, caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques et composition chimique) suivant les deux méthodes d'extraction	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extraction d'extrait aromatique</li> <li>- Calcul rendement</li> <li>- Détermination des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques</li> <li>- Analyse des échantillons d'extraits aromatiques</li> <li>- Traitement statistique des résultats d'analyses obtenus sur CPG des huiles essentielles ainsi que les extraits aromatiques                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ACP</li> <li>▪ AFD</li> </ul> </li> </ul>

## II. ETAT DES CONNAISSANCES

### II.1. Historique et répartition géographiques

*Cedrelopsis grevei*, plante pérenne endémique de Madagascar, appartient à la famille des *Ptaeroxylacées*. C'est une petite famille constituée de quelques espèces appartenant à deux genres : L'un africain, *Ptaeroxylon*, ECKLON et C. ZEYHER et l'autre malgache, *Cedrelopsis Baillon*. (LEROY, 1990 et LEROY, 1991)

*Cedrelopsis grevei* est très répandu dans la forêt où prédominent les espèces de la famille des *Didiereacées* en particulier *Alluaudiopsis* et *Alluaudia*. Il se rencontre également dans les forêts d'épineux, les forêts tropophiles, xérophiles et ombrophiles du sud, sud – ouest, sud – est, ouest et le nord – ouest de Madagascar. (RAZANAPARANY, 2005; RAKOTOMALALA, 2004 et RAIVOARISOA, 1999)

Le genre *Cedrelopsis* comprend huit espèces répertoriées dans le tableau n° 2 suivant. Leurs noms vernaculaires y sont mentionnés.

**Tableau n°2 : Noms vernaculaires des espèces du genre *Cedrelopsis***

Espèces	Noms vernaculaires
<i>C. ambanjensis</i>	Katrafay
<i>C. gracilis</i>	Mampandry (apaisant), mampandry lahy
<i>C. grevei</i>	Befamaitra, hafatraina, katafa, katrafay, katrafay dobo, katrafay filo, katrafay lahy, katrafay vatany, katrafe, matahora, mantaora, mampandry, valomahay
<i>C. longibracteata</i>	Katrafay, katafa
<i>C. microfilolata</i>	Fandrihosy, katrafay mafana, katrafay, katrafaha, katrafay lahy <sup>5</sup> , manarin-toloho, maninjo, manizo, manatora, tamotamohazo
<i>C. procera</i>	Valotra
<i>C. rakotozafiy</i>	mampandry
<i>C. trivalvis</i>	Andradao, hazondinta, katrafy, mampandry, sandahy

Source: RAKOTOMALALA, 2004

## II.2. Systématique

Le tableau n° 3 suivant résume la systématique de l'espèce *Cedrelopsis grevei*

**Tableau n°3 : Systématique de l'espèce *Cedrelopsis grevei***

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Rosidae
Ordre	Sapindales
Famille	Ptearoxylacees
Genre	<i>Cedrelopsis</i>
Espèce	<i>grevei</i>

Source : PERRIER, 1954

## II.3. Description botanique

**a) Port :** *Cedrelopsis grevei* est un arbre ou arbuste de 5 à 22 m de hauteur caractérisé par son port peu élancé et un houppier étalé.

**b) Tige et ramification :** le Katrafay possède un tronc et des rameaux de forme cylindrique à croissance sympodiale.

Le cœur du bois est de couleur jaune paille, l'aubier apparaît plus foncé lorsqu'il est humide. C'est un bois très dur ayant une résistance élevée vis-à-vis des champignons et des termites, c'est un bois imputrescible. (PENNINGTON, 1975 et BEDEL, 1974)

**c) Ecorce :** extérieurement elle est rugueuse, légèrement crevassée, généralement de couleur grisâtre, tacheté de jaune pour les jeunes individus. De petites tâches noirâtres se forment pendant la période de fructification d'un lichen dont les thalles adhèrent intimement à l'écorce (figure n° 1) (CROCHET, 1906).

Le bois et l'écorce exhalent une odeur fortement aromatique, caractéristique de *Cedrelopsis grevei* qui différencie des autres espèces de *Cedrelopsis* (*Cedrelopsis gracilis*, *Cedrelopsis microfoliolata*)



Figure n° 1: Deux face d'écorce de *Cedrelopsis grevei*



**d) Feuille :** les feuilles (figure n° 2) sont composées pennées alternes et caduques, chacune d'elles comprend quatre à six paires de folioles latérales subopposées, et une pétiole très net.

Les feuilles possèdent aussi une note aromatique mais moins boisée, plus douce, que celle de l'écorce ou du bois. (RAKOTOMALALA, 2004)

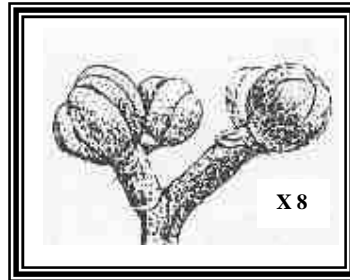
Figure n° 2: Herbar de *Cedrelopsis grevei*



Source: RAIVOARISOA, 1999

e) **Inflorescence** : cette plante présente une inflorescence en panicules très ramifiées composées elles mêmes de cymes bipares.

**Figure n° 3: Fragment d'une inflorescence avec des boutons floraux**



Source: LEROY, 1991

f) **Fleurs** : les fleurs sont polygames (mâles, femelles, hermaphrodites) de couleur jaunâtre de sept à huit mm de longueur. Elles sont régulières, pentamères, avec un calice gamosépale à préfloraison quinconciale, une corolle gamosépale à préfloraison valvaire.

Toutes les espèces florales sont très riches en glandes à essences et sont pourvues d'un léger duvet à leur face extérieure.

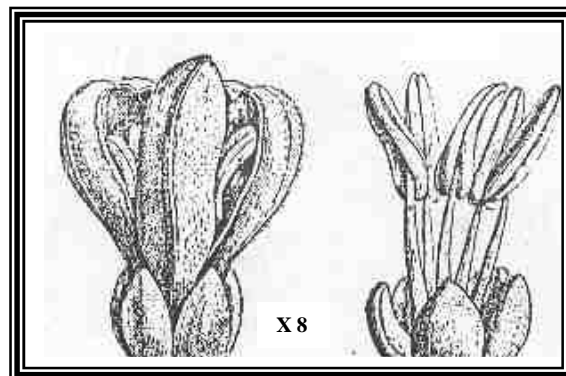
Les boutons floraux persistent toute l'année

La fleur mâle possède un androcée dialystémone

La fleur femelle comprend un gynécée supère avec un ovaire pluriloculaire à cinq carpelles présentant chacune 1 à 3 ovules par loge, un style très court. L'androcée est formé par des staminodes.

La fleur hermaphrodite présente un androcée et un gynécée de taille plus réduite que chez les fleurs mâles et fleurs femelles. Elle est biologiquement non fonctionnelle (LEROY *et al.* 1991).

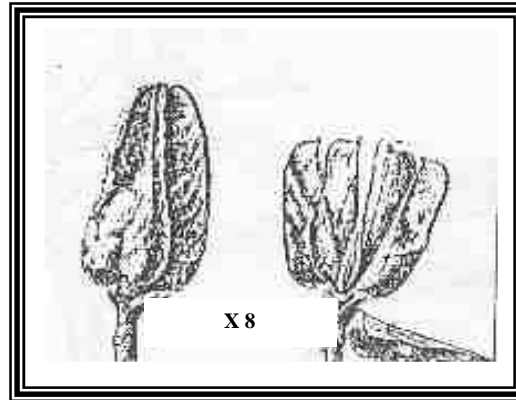
**Figure n° 4: Fleurs mâles de Cedrelopsis grevei**



Source: LEROY, 1991

**j) Fruits :** c'est une capsule de 2,5 à 3 cm de hauteur formée par cinq follicules, de couleur verte devenant noire à maturité.

**Figure n° 5: Fruits de *Cedrelopsis grevei***



Source: LEROY, 1991

**H) Graine :** de forme oblongue, aplatie, son tégument s'étale vers le côté supérieur pour former une aile membraneuse.

#### **II.4. Phénologie**

La période de floraison de *Cedrelopsis grevei* s'étend du mois de septembre au mois de décembre, la fructification se fait d'octobre à décembre. La feuillaison commence en octobre et se termine au mois de juin. (RHONER, 1989)

#### **II.5. Indications thérapeutiques**

Parmi les espèces du genre *Cedrelopsis*, il semble que seule l'espèce la plus abondante et la plus connue, *Cedrelopsis grevei*, soit la plus utilisée dans la pharmacopée traditionnelle. Les feuilles, les tiges, le bois, écorces et graines sont utilisés sous différentes formes : décoction, poudre, infusion, huile essentielle.

*Cedrelopsis grevei* possède une large gamme d'utilisation thérapeutique à savoir; algie, maux de gorge, maux de tête, céphalée, migraine, anémie, fracture, fatigue, courbatures, impuissance sexuelle, inflammation musculaire, rhumatisme, toux, ulcère d'estomac. (RAZANAMPARANY, 2005; RAKOTOMALALA, 2004 et RAIVOARISOA, 1999)

## **II.6. Multiplication de la plante**

Le renouvellement du peuplement de *Cedrelopsis grevei* s'effectue par régénération naturelle. Cette régénération est assurée par la dissémination des graines et par des rejets de souches (RAOELIARISOA, 1995). En général, cette espèce fleurit lorsqu'elle a un diamètre de fût de 5 cm, ce qui correspond à une hauteur de 4 m. (SAMISOA, 1998)

## **II.7. Etudes antérieures sur l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei***

### **II.7.1. Rendement**

Le tableau n° 4 suivant résume le rendement en huile essentielle de *Cedrelopsis grevei*.

**Tableau n°4 : Rendement en huile essentielle de *Cedrelopsis grevei***

Auteur	Rendement % (P/P)
RAZANAMPARANY (2005)	0,27
Sté ABAMAD (Tana)	0,56
GAUVIN <i>et al.</i> (2003)	0,89

D'après ce tableau, les rendements d'extraction ne présentent pas une variation flagrante. Ces rendements oscillent entre 0,27 % à 0,89 %.

### **II.7.2. Caractéristiques physico – chimiques**

Les caractéristiques physico – chimiques de l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* sont données dans le tableau n° 5 suivant :

**Tableau n°5 : Caractéristiques physico – chimiques de l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei***

	GAUVIN <i>et al.</i> (2003)	BIOSAVE	Label CBD
Indice de réfraction	1,4994	1,5022	1,5346
Pouvoir rotatoire	+ 2,00 à +2,16	- 9,20	xxxx
Densité relative	0,9500	0,9353	1,0618

D'après ce tableau les huiles essentielles de la société Label CBD ont une densité relativement élevée de l'ordre de 1,0618 par rapport à celle de GAUVIN *et al.* (0,9500) et de la société BIOSAVE (0,9353).

Si les huiles essentielles de GAUVIN *et al.* se caractérisent par un pouvoir rotatoire positif (+ 2,00 à + 2,16), ceux de la société BIOSAVE se démarque par sa déviation polarimétrique négative (- 9,20).

### II.7.3. Composition chimique

Le tableau n° 6 suivant montre la composition chimique de l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei*.

**Tableau n°6 : Composition chimique de l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei***

composition	CAVALLI <i>et al.</i> (2003)	RAZANAMPARANY (2005)	RAKOTOMALALA (2004)	IAA/ESSA	ech industriel	GAUVIN <i>et al.</i> (2003)
cis - sesquisabinène hydrate	-	-	-	-	-	<b>12,8</b>
$\beta$ - pinène	2,2	-	-	-	-	<b>17,1</b>
Linalol	0,1	5,38	0,2	-	3,92	0,5
terpinène 4 -ol	0,1	10,8	0,2	-	-	1
$\alpha$ - copaène	7,7	3,86	10,2	5,7	-	0,6
oxyde de caryophyllène	-	-	-	-	-	7
$\beta$ - caryophyllène	<b>9,3</b>	<b>12,36</b>	<b>10,6</b>	<b>8,5</b>	5,06	1,7
$\beta$ - copaène	0,2	-	-	-	-	-
$\beta$ - farnesène	0,7	7,11	2,3	-	-	2
$\alpha$ - humulène	3,3	5,45	4,3	5,66	<b>33,26</b>	1,2
$\gamma$ - muurolène	2,3	4,93	-	-	-	-
$\beta$ - selinène	4,5	-	-	-	-	-
$\alpha$ - eudesmol	-	-	-	-	2	-
Viridiflorène	-	2,48	-	-	5,5	-
$\alpha$ - selinène	5,8	-	-	-	-	-
$\alpha$ - muurolène	1,5	-	-	-	-	-
$\alpha$ - farnesène	tr	-	-	-	-	-
$\beta$ - bisabolène	2,8	-	-	-	-	tr
$\gamma$ - cadinène	1	0,46	0,8	-	-	0,7
$\gamma$ - bisabolène	0,2	-	-	-	-	-
$\delta$ - cadinène	4,9	0,44	4,6	5,8	-	1,6
méthyl eugénol	-	1,03	-	-	7,79	-

Ce tableau évoque une différence considérable de la composition des huiles essentielles:

Une teneur élevée en  $\beta$  - caryophyllène est observée pour les huiles essentielles de CAVALLI *et al.*, RAZANAMPARANY et RAKOTOMALALA respectivement de 9,3 %, 12,36 % et 10,6 %. L'  $\alpha$  - humulène (33,26 %) occupe une place importante dans les échantillons d'huile essentielle industrielle.

Par ailleurs, le  $\beta$  - pinène (17,1 %) et le cis - sesquisabinène hydrate (12,8 %) sont les principaux composants des huiles essentielles de GAUVIN *et al.*

En outre, le cis - sesquisabinène hydrate et l'oxyde de caryophyllène sont absent dans les huiles essentielles de CAVALLI *et al.*, RAZANAMPARANY et RAKOTOMALALA.

Des échantillons industriels (partie de la plante et méthode d'extraction utilisées non connues) ont été aussi pris en compte pour mettre en évidence cette variabilité de la composition chimique de l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei*. En effet, pour l'huile essentielle de la société BIOAROMA la composante principale est le  $\beta$  – caryophyllène (13,54 %), or pour la société COMADDEX, ses huiles essentielles sont riches en  $\alpha$  – copaène (10,32 %). Par ailleurs, l'Alloaromadendrène (10,7 %) domine dans la composition chimique des huiles essentielles de la société MD FLAVORS.

### **III. GENERALITES SUR LES HUILES ESSENTIELLES ET PRESENTATION DES MILIEUX D'ETUDE**

Comme notre étude concerne plus particulièrement la connaissance des facteurs responsables des variabilités qualitatives et quantitatives des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei*, cette partie constitue un préliminaire rattaché à l'objectif général fixé. La partie généralité définit la traçabilité à laquelle devra suivre les huiles essentielles. La présentation des sites d'étude sera effectuée d'une manière synthétique et caractérisera les milieux biotiques et abiotiques.

#### **III.1. Généralités sur les composés aromatiques**

##### **III.1.1. Quelques définitions**

###### **III.1.1.1. Les huiles essentielles**

Communément, nous appelons huile essentielle l'huile volatile obtenue par une distillation à la vapeur des substances aromatiques d'origine végétale.

L'essence est l'extrait ou le concentré de certaines substances aromatiques ou alimentaires obtenues par distillation. Exemple: l'essence de rose.

L'extrait aromatique est une substance extraite d'un corps par une opération physique ou chimique. Exemple: parfum concentré.

Mais la notion d'huile essentielle varie suivant les utilisateurs. Selon les botanistes, l'huile essentielle est un produit d'extraction de la plante, elle se présente dans la partie odorante: C'est une substance contenue dans l'appareil sécréteur de la plante avant toute tentative d'extraction.

Pour les organiciens, c'est un mélange complexe des constituants principaux: Des terpènes, des alcools, des aldéhydes, des cétones et des phénols. Cette définition est due à la naissance de l'huile qui se base sur les phénomènes chimiques comme l'isomérisation (AFNOR, 1992 ; RAMANOELINA, 2004).

Ainsi les termes suivants se rattachent aussi à l'huile essentielle:

#### ***III.1.1.2. Les concrètes***

Ce sont des concentrés aromatiques obtenues à partir de matérielle végétale fraîche à faible teneur en résine par extraction à l'aide d'un solvant volatil non aqueux, qui est ensuite chassé par évaporation à température modérée et sous vide partiel. Les concrètes se présentent en générale sous une forme solide avec une consistance cireuse (RAMANOELINA, 1997).

#### ***III.1.1.3. Les absolues***

Ce sont des produits de parfumeries fortement concentrés obtenus à partir des concrètes par extraction répétée avec de l'éthanol, suivi par un refroidissement rapide de l'extrait. Les absolus se présentent généralement sous forme liquide et sont totalement solubles dans l'alcool (RAMANOELINA, 2004).

#### ***III.1.1.4. Les oléorésines***

Elles sont obtenues, à partir d'épices séchées, par extraction au moyen d'un solvant volatil non aqueux, opération suivie par évaporation à température modérée et sous vide partiel du solvant. Les oléorésines possèdent l'arôme et l'odeur de l'épice sous une forme concentrée.

### ***III.1.2. Facteurs de qualité d'une huile essentielle***

Plusieurs facteurs déterminent la qualité d'une huile essentielle : La variété botanique, l'origine de la plante, le matériel végétatif, les conditions de la collecte et le processus de distillation.

#### ***III.1.2.1. Variété botanique***

La composition d'une huile essentielle varie en fonction de la variété. Ainsi, une dénomination de toutes les espèces botaniques permet d'identifier chaque type de plante. Le biotope incluant les conditions climatiques, la nature et la composition du sol, peut influencer la nature et la qualité de l'huile essentielle produite. Mais cette variation peut aussi être perçue selon les systèmes culturaux (mode de culture, utilisation des types d'engrais, etc.) Ainsi, il est recommandé de préciser la localisation de la zone de collecte de chaque plante pour mieux étudier la composition chimique de l'huile essentielle (RAMANOELINA, 2004).



### **III.1.2.2. Matériel végétal**

Les essences peuvent être produites par diverses parties de la plante : feuilles, fleurs, racines, écorces. Ces parties ne peuvent pas avoir les mêmes compositions. D'où l'intérêt de définir précisément le matériel végétal utilisé (RAMANOELINA, 2004).

### **III.1.2.3. Conditions de collecte**

L'huile essentielle obtenue peut présenter une différence de composition selon qu'elle est préparée à partir des plantes récoltées le matin, le midi ou le soir. Il peut aussi avoir une variation de la composition entre un matériel végétal frais et un matériel végétal ayant déjà subi des traitements tel que le séchage (RAMANOELINA, 2004).

### **III.1.2.4. Processus de distillation**

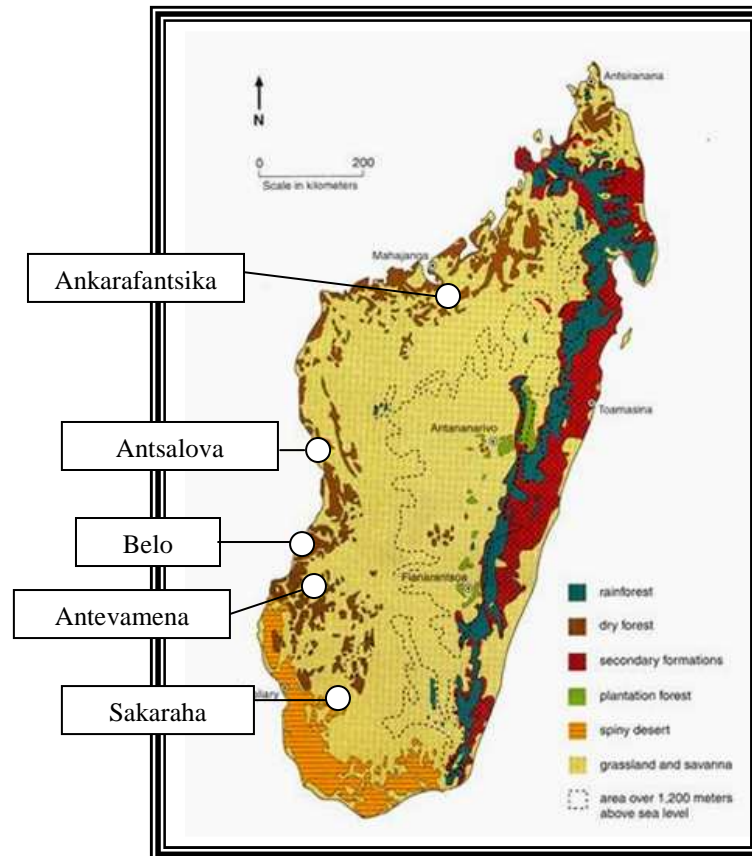
Le processus de distillation joue un rôle important dans la maîtrise de la qualité d'une huile essentielle. Un produit obtenu par hydrodistillation ne sera pas identique à celui qui provient d'une extraction par des solvants organiques (RAMANOELINA, 2004).

## **III.2. Répartition générale de *Cedrelopsis grevei* et sites d'étude**

Notre étude sur la variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* se repose sur les différentes formations forestières auxquelles se répartissent l'espèce. En effet cinq sites (figure n° 6) ont été choisis pour mieux exploiter les variabilités naturelles des constituants chimiques et l'effet de la localité. Il s'agit:

- De la forêt de *Tsianimpihy* – *Antsalova* sur le littoral Ouest,
- De la réserve spéciale d'Ankarafantsika sur le continental Nord- Ouest,
- De la forêt de *Zombitse* – *Sakaraha* sur le continental Sud,
- Dans la forêt d'Antevamena sur le littoral Sud Ouest,
- Dans la forêt de *Belo* sur le littoral Sud Ouest.

La figure n° 6 suivant montre la localisation des milieux d'étude.



**Figure n°6: carte de localisation des milieux d'étude**

Source: RANAIVOSOA, 2006

### **III.2.1. Le site de l'Ouest: Le Massif de Tsianimpihy – Antsalova**

#### **Situation géographique**

C'est une formation forestière qui se trouve à 67 km à l'Ouest d'Antsalova. C'est un site ayant déjà subi un inventaire forestier sur le *Cedrelopsis grevei*. Les zones de collecte se situent sur trois stations :

- Soahanina à 18°40' de latitude Sud et 44°12' de longitude Est.
- Besara bas à 18°41' de latitude Sud et 44°15' de longitude Est.
- Ankiliroa à 18°32' de latitude Sud et 44°11' de longitude Est.

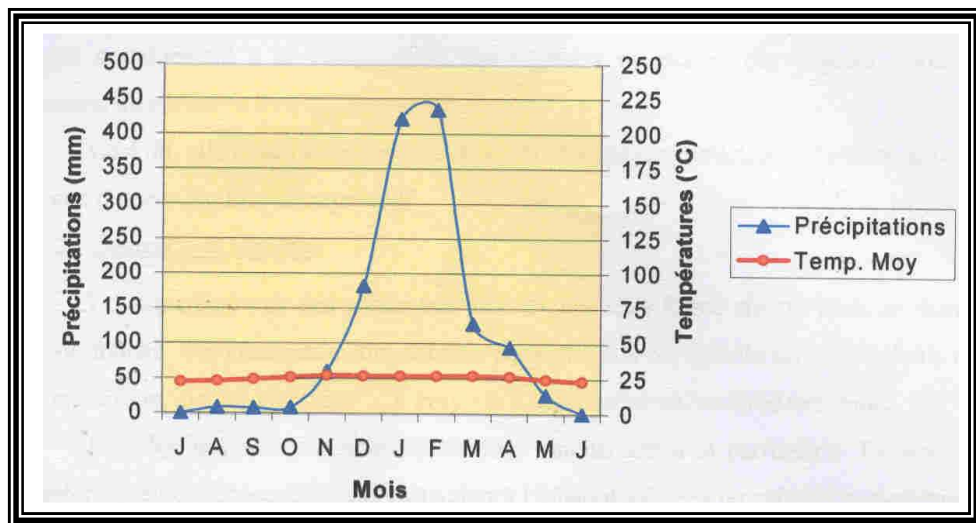
#### **Pédologie**

Les sols de la région sont d'origine sédimentaire. Ils sont représentés en majeure partie par des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés : Sol rouge, sol jaune, sol jaune humifère, sol hydromorphe sur carapace sableuse et sol hydromorphe sur grès (CHAPERON, 1993).

## Climat

Le climat est du type tropical de basse altitude, caractérisé par une saison sèche de 5 à 8 mois, des précipitations entre 1600 mm au Nord et 500 mm au Sud, et une température moyenne élevée, supérieure à 25°C. La figure n° 7 présente les températures au cours de l'année ainsi que les précipitations et jours de pluie dans la zone d'étude (courbe ombrothermique de Gausсен).

**Figure n°7: Courbe ombrothermique de Gausсен de la forêt de Tsianimpihy**



Source : RAZANAMPARANY, 2005

Il existe une période perhumide de décembre à avril où les précipitations sont supérieures à 100 mm avec un maximum en février avec 435,48 mm et 19 jours de pluie. Au-delà de cette période, de mai à novembre, les mois sont qualifiés d'écosecs car les valeurs des précipitations sont toutes inférieures à 2T (deux fois la température). Le minimum de pluie s'observe en juillet avec 1,14 mm. Il convient de dire que la région jouit d'un climat tropical chaud à deux saisons : Une saison chaude et sèche de mai à novembre et une saison pluvieuse chaude et humide de décembre à avril.

## Végétation et flore

La végétation climacique est une forêt dense sèche semi caducifoliée appartenant à la série à *Dalbergia*, *Commiphora* et *Hildegardia* (KOECHLIN, 1974). C'est une forêt structurée en trois strates (RHONER, 1989):

- Un sous bois très dense de 1 à 5 m de hauteur constitué par des essences partiellement sempervirentes.
- Une strate moyenne de 6 à 12 m de hauteur en partie à feuillage persistant.

➤ Une strate supérieure de 12 à 20 de hauteur comprenant les essences à feuillage caduc.

### **III.2.2. Le site du Sud – ouest :**

#### **III.2.2.1. Littoral sud – ouest: LA FORET DE KIRINDY MITE**

##### **Situation géographique**

C'est une formation forestière qui se trouve à 70 Km au sud de Morondava.

Deux zones de collectes y ont été choisies:

- Antevamena à 20° 96' de latitude Sud et 43° 93' de longitude Est.
- Belo à 20° 75' de latitude Sud et 44° 08' de longitude Est.

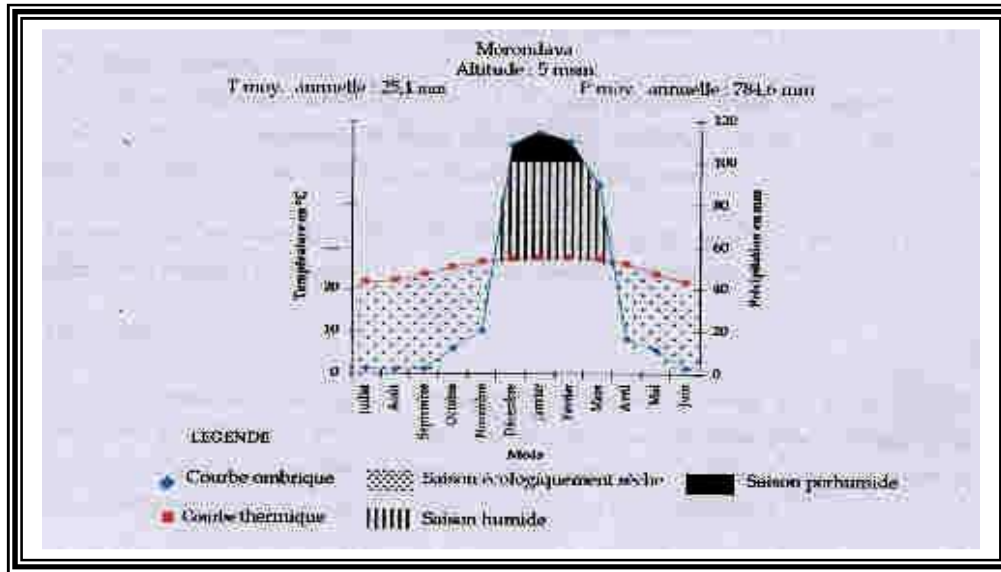
##### **Climat**

Il y a deux saisons bien marquées pour le site : une saison chaude et pluvieuse de 3 à 5 mois, de novembre à mars, et une saison sèche de 7 à 9 mois. La température moyenne annuelle est de 24,9°C, la moyenne des maxima étant de 30°C et des minima de 19,8°C. Le maximum absolu est de 38,2°C et le minimum absolu de 8,7°C.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 767mm (calculée sur 80 ans). Janvier et février sont les mois qui connaissent le plus de précipitations avec 241,6 mm de pluie; juin est le plus sec avec 2,2 mm de précipitation

La figure n° 8 représente la courbe ombrothermique de Gaussen de la forêt de Kirindy Mite.

Figure n°8: Courbe ombrothermique de Gausson de la forêt de Kirindy  
MITE



Source: RAZANATSIMABA, 2005

Le diagramme ombrothermique indique l'existence de deux saisons bien distinctes:

- La saison sèche, d'avril à novembre, caractérisée par une précipitation inférieure à 30mm.
- La saison humide débute au mois de décembre et se termine vers le mois de février, caractérisée par une précipitation supérieure à 100 mm par mois. . .

Le climat de Morondava est un climat tropical chaud et subaride (KOECHLIN *et al*, 1974).

### Relief et topographie

L'altitude de la région se situe entre 18 et 40 m avec une élévation rocailleuse atteignant 100 m au Nord-est (RHONER, 1986).

Selon RANDRIAMBOAVONJY (1993), la région présente une topographie générale plane. Néanmoins, deux unités physiographiques peuvent être distinguées:

- La première correspond à un glacis conservé où les interfluves sont larges et pratiquement plats, les zones de passage aux vallées principales de pente très faible (3 à 5 pour mille).
- La seconde unité, légèrement située en contre-bas de la précédente. Les versants de recréusement ont toujours une pente très faible mais beaucoup plus marquée que dans le modelé précédent.

### Végétation

La forêt de Morondava est du type Forêt dense sèche caducifoliée. La chute des feuilles des arbres de l'étage supérieur pendant la saison sèche et fraîche confirme cette classification. C'est une des forêts les plus spectaculaires car elle est caractérisée par la présence de magnifiques Baobab : *Adansonia grandidieri et Adansonia fony* (KOECHLIN *et al.*, 1974).

Selon toujours KOECHLIN *et al.* (1974), les principaux caractères biologiques des forêts denses sèches sont :

- La caducité du feuillage, générale dans la strate supérieure, largement dominante encore dans les strates inférieures.
- La stratification à trois étages en général.
- Un sous-bois nul ou uniquement arbustif (pas ou peu d'herbacées qui sont souvent des géophytes).
- Des lianes abondantes et variées.
- L'absence presque totale de formes fréquentes en forêt dense humide: arbres à contreforts et à échasses, monocaulie.
- L'absence de saprophytes, mais par contre des héli-parasites fréquents.
- Une floraison habituellement lors de la défoliation.
- Une tendance générale à la xérophilie : réduction de la taille des feuilles, crassulescence, pachycaulie, aphyllie, dimorphisme foliaire saisonnier.

#### **III.2.2.2. Continental Sud – ouest: LA FORET DE ZOMBITSE**

##### Situation géographique

La forêt de Zombitse se situe dans le *Fivondronam-pokotany* de Sakaraha, *Faritany* de Toliary. Elle est comprise entre les latitudes 22° 45' et 22° 49' Sud et les longitudes comprise entre 44 ° 37' et 44° 45' Est. (GOODMAN *et al.* 1994). La surface couverte par cette forêt en 1994, calculée à partir d'images satellitaires était de 14.200 hectares.

##### Le climat

Le climat de la région est du type tropical sec (GOODMAN *et al.* 1997) avec une saison sèche marquée d'avril à décembre et une saison pluvieuse de janvier à mars. Au cours de la saison humide 833mm de pluie sont enregistrés à Sakaraha.

La moyenne des températures est de 23 °C à Sakaraha et la moyenne des minima est de l'ordre de 8 °C en juillet.

La région de Sakaraha (y compris la forêt de Zombitse) reçoit beaucoup plus d'humidité que le reste de la région méridionale malgache, grâce aux brouillards (avril à juin), à la présence de la nappe souterraine (vérifiée par la présence partout de puits) et aux rosées matinales (mi-mai à août) (RANDRIATAVY, 1993).

### **La végétation**

La forêt de Zombitse présente une flore typique car elle contient à la fois des éléments caractéristiques du domaine du Sud, de l'Ouest et de l'Est.

### **III.2.3. Le site du Nord – ouest : réserve spécial d'Ankarafantsika**

#### **Situation géographique:**

Le Parc National d'Ankarafantsika est une Aire forestière située au PK 460 de la RN4. Il se trouve entre 16° 00' - 16° 20' de latitude Sud et 46° 40' - 47°15' de longitude Est.

Reclassé juridiquement en 1927, le Parc National d'Ankarafantsika a connu des extensions jusqu'à sa superficie actuelle d'environ 135.800 hectares. Cette surface se partage comme suit :

- La Réserve Naturelle Intégrale (RNI) de 65.000 hectares;
- La Réserve Forestière d'Ankarafantsika de 70.000 hectares.

#### **Pédologie.**

D'après SEGALLEN en 1957, les chaînes Crétacées de la région ont été soulevées et recouvertes par des sols sableux et rocaillieux. Les types de substrats sont distingués par la nature et leurs propriétés originelles:

- Sols évolués pour la grande partie de la région (ferrugineux tropicaux);
- Sols non évolués (colluvions et sables blancs);
- Sols hydromorphes constituant les bas fonds.
- Des barrages d'irrigation de Sainte Marie Elevage et de l'impluvium de Matsaborikisoa

**Facteurs climatiques.**

Le massif d'Ankarafantsika est une zone « sous le vent » par rapport à l'Alizé du Sud Est et de la Mousson du Nord Ouest.

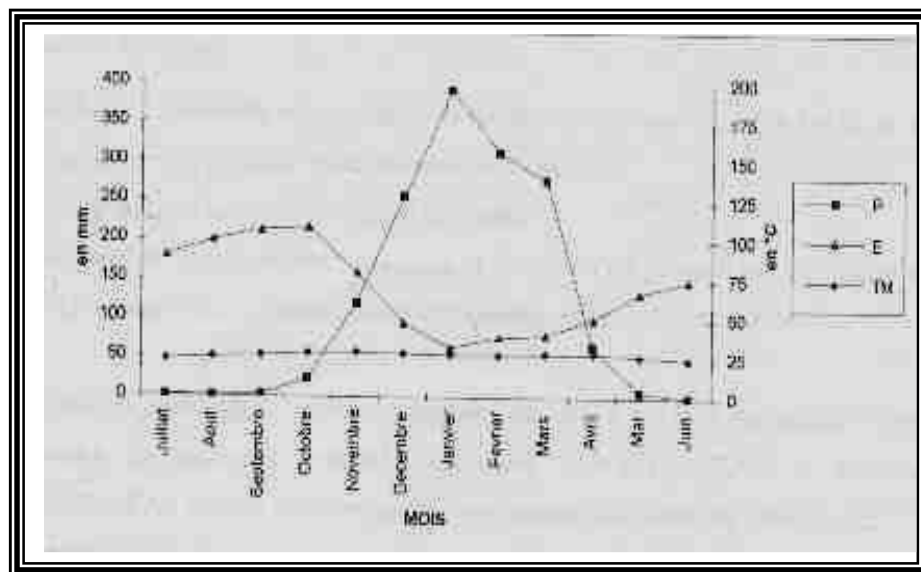
D'après l'ex-Station météorologique de Tsaramandroso, les données sur une période de 26 ans (1951 -1977) donnent à la situation normale de la région.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 1465 mm, répartie sur 75 jours.

Les températures moyennes varient de 24,6 °C à 28,6 °C. Les mois d'octobre et de novembre sont les mois les plus chauds. Leurs températures maximales peuvent atteindre 35,2 °C - 35,9 °C.

La figure n° 9 représente la courbe ombrothermique de Gausсен de la forêt d'Ankarafantsika.

**Figure n°9: Courbe ombrothermique de Gausсен de la forêt d'Ankarafantsika**



Source : RANDRIANARIVELOSEHENO, 2002

Les deux saisons climatiques sont bien distinctes:

- Saison de pluie (mois de novembre -avril) caractérisée par l'existence de masse d'air froid et humide.
- Saison sèche de mai à octobre avec une évaporation atmosphérique maximale.

La précipitation annuelle (1.465 mm) est faible par rapport à l'évaporation atmosphérique (1.668 mm) Le déficit hydrique se manifeste dans cette région d'avril à octobre.



L'humidité atmosphérique touche son optimum vers le mois de janvier et février. Mais, elle régresse pendant les mois de septembre et d'octobre, respectivement de 46 et de 48 p. 100

Le climat est celui du Nord Ouest de Madagascar.

Une variation climatique va influencer les différents stades phénologiques de la végétation, surtout les tapis graminéens.

### **Végétation.**

La Réserve Naturelle est constituée de forêts couvrant toute la partie Est de la zone et les forêts domaniales de type dense sèche caducifoliée d'Analalava.

Les espèces dominantes de cette formation sont *Tamarindus indica* (F. ABACEAE) - *Dalbergia trichocarpa* (F. ABACEAE) - *Grewia ambongensis* (F. ABACEAE) - *Turraea* sp. (MELIACEAE) - *Breonia* sp. (RUBIACEAE) - *Strychnos myriodes* (LOGANIACEAE) - *Albizzia gummifera* (F. ABACEAE) - *Lee guineensis* (LEEACEAE) - *Bridelia pervilleana* (EUPHORBIACEAE).

## **DEUXIEME PARTIE: DEMARCHE METHODOLOGIQUE**

Dans cette partie, nous allons présenter les procédures de recherche ainsi que les appareils utilisés. De l'échantillonnage, en passant par les analyses au laboratoire et le dépouillement des résultats statistiques, le choix de la méthode tient un rôle primordial et doit contribuer de manière appropriée à l'objectif général fixé qui est la connaissance des facteurs responsables des variabilités des constituants des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei*.

### **I. ECHANTILLONNAGE**

Les échantillons d'écorce ont été collectés dans cinq sites différentes où des études récentes (RAZANAMPARANY, 2005; RAIVOARISOA, 1999 et SAMISOA, 1998) ont évoqué sur la disponibilité de la plante.

Les critères retenus reposent sur la maturité de la plante et sa position topographique. En effet, cinq échantillons par site sur des arbres ayant un diamètre supérieur à 20 cm ont été collectés pour les extractions au laboratoire.

### **II. COLLECTE DES ECHANTILLONS**

#### **II.1. Les méthodes utilisées**

Les matériels suivants sont nécessaires pour la collecte des échantillons :

- Un GPS pour la localisation géographique des individus d'arbres
- Une fiche de collecte
- Une hache pour l'écorchage
- Un sécateur
- Un mètre ruban
- Une balance
- Des sacs polyéthylènes à maille large pour le conditionnement

Les échantillons une fois récoltés sont pesés, puis emballés dans des sacs polyéthylènes à maille large, l'ensemble est numéroté. Les échantillons destinés à l'extraction sont étalés dans un endroit à humidité ambiante et à l'abri du soleil.

La collecte des échantillons est suivie d'un marquage des individus, des relevés des paramètres dendrométriques (hauteur, diamètre) et des herbiers.

## **II.2. Traitements préliminaires**

Arrivés au laboratoire, tous les échantillons sont séchés à l'abri de l'air et du soleil pour éviter toute dégradation et pour prolonger leur durée de conservation. Ce séchage a été préconisé dans le but d'abaisser l'humidité. Cette diminution de l'humidité joue un rôle important dans la dégradation car la forte teneur en eau de l'écorce entraîne le contact enzyme – substrat qui favorise les réactions de dégradation et la multiplication des microorganismes destructeurs du produit. (RAOBELISON, 2004)

Avant de procéder aux extractions, les écorces sèches subissent d'autres traitements selon la méthode d'extraction:

**Hydrodistillation:** Les écorces sont rabotées en fines lamelles pour faciliter l'extraction.

**Extraction au solvant:** Les écorces sont broyées de 3 à 6 µm de diamètre.

## **III. TECHNIQUES D'EXTRACTION UTILISEES**

Toutes les extractions ont été effectuées au laboratoire du FOFIFA.

### **III.1. Hydrodistillation**

#### **III.1.1. Principe**

On place directement le matériel végétal à extraire dans l'eau puis de porter à l'ébullition en chauffant par le bas un vase d'une distillation. Les poches à essences, soumises à l'action de l'humidité et de la chaleur, éclatent. Les vapeurs d'eau entraînent avec elles l'essence : le mélange distille. Entraîné vers le système de refroidissement, le mélange se condense. A la sortie du condenseur, il y a séparation des deux liquides par différence de densité. Un essencier ou vase florentin est également utilisé à cet effet.

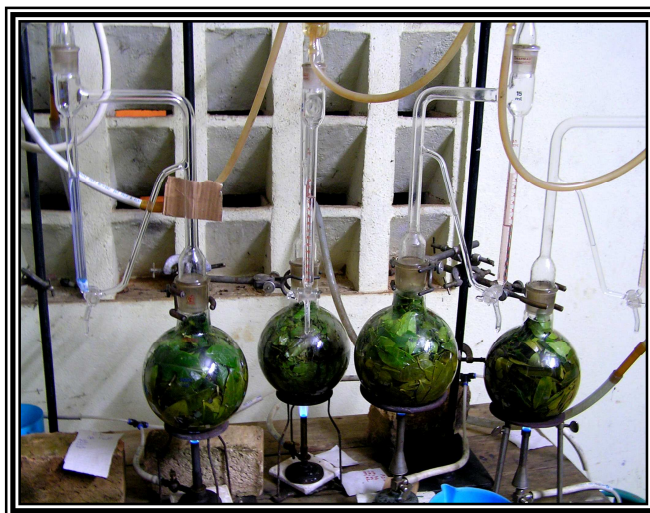
#### **III.1.1. Matériels utilisés**

L'appareil d'hydrodistillateur de laboratoire comporte (figure n° 10) :

- Un bec bunsen alimenté par un gaz : source de chaleur pour l'évaporation
- Un ballon de deux litres pour mettre le matériel végétal et l'eau
- Un essencier pour séparer l'huile essentielle et l'eau distillée
- Un réfrigérant ascendant pour la condensation de la vapeur contenant l'huile essentielle et l'eau

Les échantillons rabotés en fine lamelle, environ 400 g sont chargés dans le ballon de deux litres que l'on verse ensuite d'eau jusqu'à sa moitié.

**Figure n° 10: Hydrodistillateur de laboratoire**



### **III.2. Extraction par solvant (macération à froid)**

#### **III.2.1. Principe**

La macération à froid consiste à entraîner les matières volatiles par le solvant. Après 72 heures de macération à froid, le mélange solvant/concrète est soumis à une filtration avant de procéder à une évaporation sous vide pour la séparation du solvant et extrait (concrète).

#### **III.2.2. Matériels**

L'appareil d'extraction au solvant comporte :

- Broyeur
- Un flacon de 30 ml pour mettre le solvant et la matière végétale (cinq parts de solvant pour une part de matière végétal)
- Un évaporateur rotatif permet de récupérer le solvant et de la séparer des matières aromatiques

Les échantillons d'écorce broyée, environ 2g sont chargés dans le flacon où l'on verse 10 ml de solvant.

Le solvant utilisé est l'éthanol absolu (98 % de volume) car il présente les avantages suivants:

- Chimiquement inerte avec l'extrait, notamment pour éviter l'odeur résiduelle.
- Facilement volatil afin de bouillir vite et d'être récupéré rapidement.
- Insoluble dans l'eau.
- De pureté analytique.

#### **IV. ETUDE DE LA CINÉTIQUE DE DISTILLATION**

L'étude de cinétique de la distillation est une pratique courante pour les distillateurs. Il s'agit de prélever à chaque heure distillation les composants aromatiques afin d'analyser son évolution quantitative et qualitative. Le but de ce travail est de déterminer la durée adéquate de la distillation. La détermination de cette durée d'extraction est basée sur trois critères :

- Consommation minimale d'énergie (eau, gaz, électricité et bois de chauffe)
- Obtention maximum de rendement
- Recueil des composés aromatiques de meilleure qualité

#### **V. EVALUATION DU RENDEMENT DE DISTILLATION**

A la fin de l'extraction, on récupère l'huile essentielle pour être ensuite pesée permettant de déterminer le rendement pondéral obtenu par:

$$R (\%) = \frac{P_3 - P_2}{P_1} \times 100$$

Où  $P_3$  : poids du flacon plein de composés aromatiques

$P_2$  : poids du flacon vide

$P_1$  : poids du matériel végétal sec

Cette formule est également valable pour déterminer le rendement en concrète. En effet, l'extraction achevée, le ballon contenant le solvant enrichi en substances volatils va être acheminé vers l'évaporateur (rotavapor) pour récupérer l'éthanol, d'une part, et pour isoler les concrètes proprement dits d'autre part. on obtient ainsi la masse de la concrète permettant de déterminer le rendement à partir de la formule sus mentionnée.

## VI. DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES PHYSICO- CHIMIQUES

La détermination des caractéristiques physico – chimiques de tous les échantillons a été effectuée au laboratoire du département des Industries Agricoles et Alimentaires de l'ESSA. Pour notre étude, nous n'avons pas pu effectuer la détermination de toutes ces caractéristiques étant donné la faible quantité de composés aromatiques obtenus.

### VI.1. Densité relative

La densité relative à 20 °C d'un extrait aromatique est le rapport de la masse d'un volume d'extrait aromatique à 20 °C à la masse d'un égal volume d'eau distillée à cette même température. C'est une grandeur sans dimension. Elle est déterminée à l'aide d'un pycnomètre.

Cette densité est déterminée par :

$$d_{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

Où  $m_0$  : masse en gramme du pycnomètre à vide

$m_1$  : masse en gramme du pycnomètre rempli d'eau distillée

$m_2$  : masse en gramme du pycnomètre rempli de composé aromatique

### VI.2. Indice de réfraction

L'indice de réfraction d'un composé aromatique est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans le composé aromatique maintenue à une température constante. Il est déterminé à l'aide d'un réfractomètre d'ABBE. La température de référence se situe à 20°C. La source lumineuse utilisée est la lumière du jour.

Cet indice est donné par :

$$n_D^t = n_D^{t'} + 0,0004 (t' - t)$$

Où  $n_D^{t'}$  = lecture à la température  $t'$

$t'$  = température à laquelle la lecture est effectuée et  $t$  = température de 20°C

## **VII. DETERMINATION DE LA QUALITE ORGANOLEPTIQUE**

La qualité organoleptique des huiles essentielles et concrètes a été effectuée en observant ou en inhalant directement des huiles et extraits. Dans cet aspect, trois critères ont été considérés pour évaluer la qualité organoleptique:

- L'odeur,
- La couleur,
- L'aspect.

## **VIII. DETERMINATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE**

La détermination de la composition chimique nécessite l'utilisation d'une chromatographie en phase gazeuse ou CPG qui permettra d'identifier les constituants ainsi que le pourcentage relatif de ces constituants.

### **VIII.1. Définitions de la CPG**

La CPG est une méthode analytique utilisée pour la séparation, l'identification qualitative et le dosage quantitative de constituants chimique des mélanges complexes.

La CPG est une méthode de séparation des composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition. Elle permet l'analyse de mélanges très complexes dont les constituants peuvent être différents selon leur nature ou leur volatilité.

La CPG utilise comme phase mobile un gaz appelé « gaz vecteur » qui entraîne l'échantillon à analyser ou soluté dans la colonne.

### **VIII.2. Principe de la CPG**

L'échantillon est vaporisé et injecté au sommet de la colonne (phases stationnaire), et subit une vaporisation dans la chambre d'injection.

Ensuite, l'élution est assurée par le flux de gaz inerte : gaz vecteur qui sert de phase mobile.

Le mélange (échantillon + gaz vecteur) passe à travers la colonne où se déroulera proprement dite des constituants.

Les constituants sont inégalement retenus par la phase stationnaire dans la traversée de la colonne. Ainsi, il résulte que ces constituants se déplacent tous moins vite que la phase mobile et que leur vitesse de déplacement est inégale ; il présente donc un ordre de sortie qui dépend de l'interaction entre le soluté et la phase stationnaire.

A la sortie de la colonne, un analyseur appelé « détecteur » capte le signal qui sera amplifié et entraîne une excitation électronique se traduisant par un pic au niveau de l'enregistreur.

L'ensemble des pics correspondants aux différents constituants de l'échantillon donne le « chromatogramme ».

Le temps de retentions définis par le temps de séjour d'un constituant dans la colonne est caractéristique d'un constituant dans une phase donnée.

### **VIII.3. Conditions opératoires**

Pour la détermination de la composition chimique d'un composé aromatique extraite des écorces de *Cedrelopsis grevei*, nous avons utilisé un chromatographe de type GRIDEL série 300, type DB – WAX BOM, d'une longueur de 30 m, ayant comme gaz vecteur l'hydrogène, travaillant sous une pression de 0,35 bar en tête de colonne. La température du four est programmée de 60 à 220°C à raison de 3°C par minute. La quantité de composé aromatique injectée est de l'ordre de 0,1 à 1 µl.

### **VIII.4 Identification des pics**

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour identifier les constituants d'un composé aromatique par l'intermédiaire des pics sur le chromatogramme. Pour notre cas, nous avons effectué:

- La comparaison des temps de rétention,
- La superposition de deux chromatogrammes en faisant coïncider le chromatogramme de l'échantillon avec celui des composés aromatiques déjà connu qui sert de référence.

## **IX. METHODES D'ANALYSES STATISTIQUES UTILISEES**

Les informations concernant les méthodes d'analyses statistiques ont été tirés de DAGNELIE (1989), LEBART *et al.* (1997), TOMASSONE *et al.* (1993) et LESPAGNE (1992).

Pour les traitements statistiques des données, Analyse en Composantes Principales (ACP) et Analyse Factorielle Discriminante (AFD), nous avons utilisé le logiciel XLSTAT.

### **IX.1. Analyse en composantes principales (ACP)**

L'ACP est une méthode descriptive qui consiste à déterminer les axes factoriels (composantes principales) sur les quels sont projetés les individus.



### **IX.1.1. Objectifs et principes**

L'ACP est une méthode très efficace pour l'analyse des données quantitatives se présentant sous la forme de tableaux à M observations (individus) sur N variables (constituants). Elle permet de :

- Visualiser et analyser rapidement les corrélations entre N variables,
- Visualiser et analyser les M observations initialement décrites par N variables sur des graphiques à deux ou trois dimensions, construits de manière à ce que la dispersion entre les données soit aussi bien préservée que possible.

### **IX.1.2. Interprétations**

Les projections des points individus sur la représentation plane font apparaître des groupes que l'on interprète.

La représentation des variables sur le cercle de corrélation est d'autant plus significative à mesure que l'on se rapproche du rayon unité. On peut alors déterminer l'origine des axes factoriels et interpréter une relation entre individus et variables.

Deux sortes de corrélations des variables peuvent être interprétés:

- La corrélation significativement positive des variables: Ce sont les variables ayant des coefficients de variation proches de 1 qui présentent les mêmes tendances d'évolution c'est-à-dire que si l'une des variables a un fort pourcentage relatif, alors l'autre présente également la même caractéristique.
- La corrélation significativement négative des variables: Cette corrélation se comprend par les valeurs de variation inverse dans la composition chimique.

Les projections des points individus sur la représentation déformée plane font apparaître des groupes que l'on interprète.

## **IX.2. L'analyse factorielle discriminante (AFD)**

L'analyse factorielle discriminante est une méthode qui permet de comparer G groupes à l'aide de plusieurs variables.

### **IX.2.1. Objectifs et principes**

L'AFD cherche à décrire et à classer des groupes d'individus caractérisés par un grand nombre de variables. L'AFD est une analyse qui permet de déterminer les variables les plus explicatives de la répartition en groupes, de mettre en évidence les individus dont les valeurs ne correspondent pas aux groupes auxquels ils appartiennent.

### **IX.2.2. Interprétations**

Les interprétations se font entre les axes factoriels et les variables initiales. L'AFD retrace les corrélations à trois niveaux:

- Sur l'ensemble des observations,
- Sur les moyennes des groupes,
- Sur les valeurs individuelles, après élimination des différences entre les groupes.

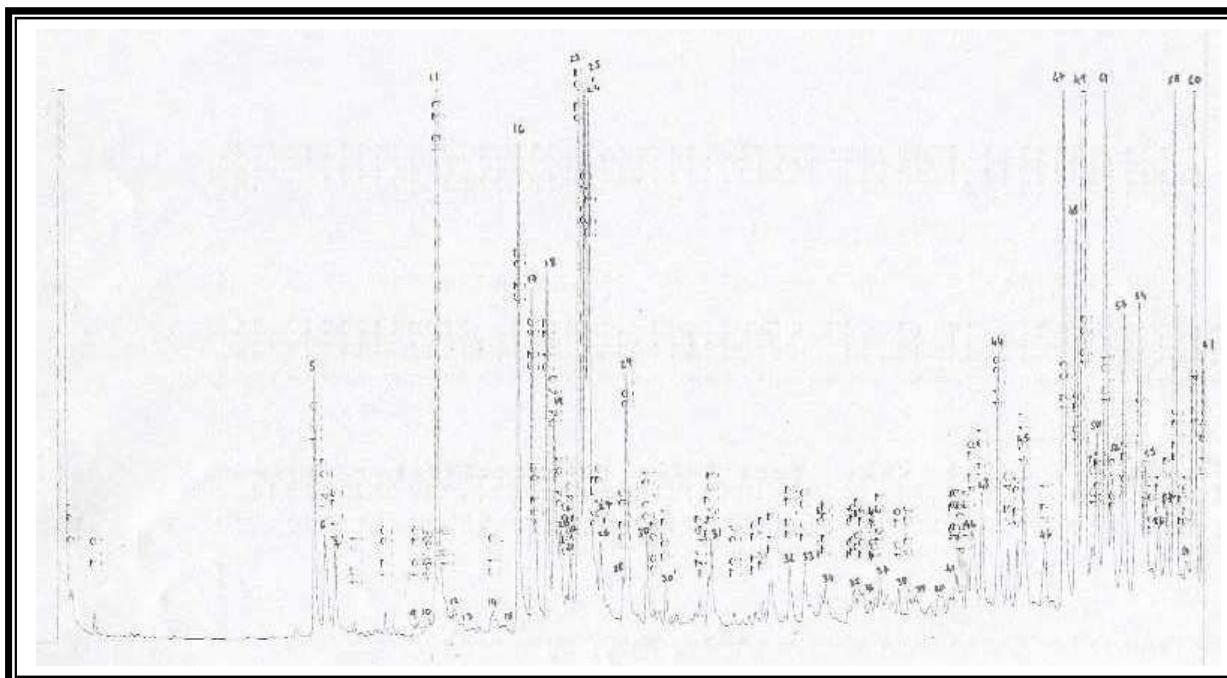
**TROISIEME PARTIE: RESULTATS DES ANALYSES PAR C.P.G.**

**I. COMPOSITION CHIMIQUE DES HUILES ESSENTIELLES DE *CEDRELOPSIS GREVEI* SUIVANT LES SITES DE COLLECTE.**

La CPG des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* a permis de séparer 65 constituants dont 29 ont été identifiés. Les 36 constituants non identifiés sont codés et numérotés provisoirement de NI 1 à NI 36.

**I.1. Composition chimique des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* d'Ankarafantsika.**

La figure n° 11 représente le profil chromatographique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* d'Ankarafantsika.



**Figure n° 11: Profil chromatographique des huiles essentielles  
d'Ankarafantsika**

Le tableau n° 7 résume la composition chimique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* d'Ankarafantsika.

**Tableau n° 7: Composition chimique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* d'Ankarafantsika (%).**

N°		Constituant	ANKARAFANTSIKA				
			KATSIK 27	KATSIK 23	KATSIK 28	KATSIK 24	KATSIK 11
1	API	$\alpha$ -Pinène	0	0	0	0	0
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0	0	0	0	0
2	MYR	Myrcène	0	0	0	0	0
3	LIM	Limonène	0	0	0	0	0
4	NI1	Ni	0	0	0	0	0
5	YLG	Ylangène	2,46	1,57	1,89	1,88	1,58
6	NI2	Ni	1,3	0,93	0,98	1,23	1,26
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	0,9	0,5	0,56	0,45	0,58
8	NI3	Ni	0	0	0	0,1	0
9	LIN	Linalol	0	0	0	0	0
10	NI4	Ni	0	0	0,09	0	0
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	7,74	5,07	8,56	9,58	8,58
12	TER	Terpinène 4-ol	0	0	0	0	0
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	0	0	0	0	0,23
14	AMAD	Aromadendrène	0,59	0	0	0	0,12
15	ALMAD	Alloaromadendrène	2,28	0	2,31	1,25	1,12
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	3,1	3,24	3,85	2,89	3,14
17	NI5	Ni	2,34	2,11	2,56	1,99	2,44
18	GMU	$\gamma$ -Muuroolène	2,56	2,2	2,36	2,96	2,31
19	VIR	Viridiflorène	0,94	1,72	1,89	1,26	1,25
20	NI6	Ni	0,4	0,61	0,87	0,78	0,65
21	NI7	Ni	0,75	0,44	0,43	0,56	0,25
22	NI8	Ni	0,43	0,56	0,5	0,45	0,36
23	GERD	Germacrène-D	7,64	6,58	6,85	6,56	7,89
24	ABZ	Acétate de Benzyle	3,91	3,66	3,87	2,96	3,25
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	3,94	3,87	3,89	3,25	4,12
26	NI9	Ni	1,61	1,25	0,67	0,58	0,57
27	NI10	Ni	0,56	1,55	0,84	0,78	0,23
28	NI11	Ni	0,58	1,25	0,24	0,32	0,12
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	2,41	1,79	1,99	1,57	1,59
30	CED	Cedrol	0,56	0,61	0,71	0,65	0,89
31	PACH	Patchoulène	0,99	0,59	0,75	0,87	0,65
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,61	0,47	0,56	0,54	0,52
33	MEU	Méthyl eugénol	0,51	0,33	0,25	0,21	0,31
34	CNER	Cis nérolidol	0,3	0,25	0,35	0,34	0,34
35	GLOB	Globulol	0,31	0,25	0,15	0,16	0,19
36	GEUD	$\gamma$ -eudesmol	0,17	0,2	0,11	0,21	0,11
37	CAD	$\delta$ ou T Cadinol	0,23	0,21	0,24	0,36	0,68
38	NI12	Ni	0,16	1,25	0,23	0,28	0,35
39	AEUD	$\alpha$ -eudesmol	0,3	0,17	0,58	0,12	0,16
40	NI13	Ni	1,23	0,56	0,45	1,11	0,48
41	BEUD	$\beta$ -eudesmol	0,37	0,25	0,31	0,54	0,36
42	NI13'	Ni	0,75	0,89	0,71	0,88	0,47
43	NI14	Ni	0,89	0,98	0,65	0,64	0,56

*Variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de Cedrelopsis grevei (Katrafay)*

44	NI15	Ni	0,94	1,84	1,58	1,89	1,89
45	NI16	Ni	1,24	1,23	2,03	2,36	2,45
46	NI17	Ni	0,76	0,58	1,04	0,98	0,25
47	NI18	Ni	3,86	4,17	5,69	5,23	5,14
48	NI19	Ni	2,67	3,01	2,45	2,15	2,18
49	NI20	Ni	7,01	9,92	8,56	7,54	9,26
50	NI21	Ni	1,34	1,5	1,32	1,36	1,54
51	NI22	Ni	3,41	4,54	4,2	5,23	4,16
52	NI23	Ni	0,88	1,14	0,85	0,98	0,48
53	NI24	Ni	2,25	2,55	2,13	2,54	3,45
54	NI25	Ni	2,92	3,78	3,15	3,42	4,23
55	NI26	Ni	1,23	1,2	1,02	1,32	1,56
56	NI27	Ni	2,28	0,99	0,84	0,85	0,25
57	NI28	Ni	1,89	1,09	0,98	1,23	1,26
58	NI29	Ni	3,08	3,95	4,01	5,21	4,32
59	NI30	Ni	0,57	1,56	0,12	0,13	0,14
60	NI31	Ni	3,61	4,98	3,56	3,87	2,89
61	NI32	Ni	1,72	2,15	2,1	2,56	3,12
62	NI33	Ni	1,05	0,38	0,69	1,23	0,82
63	NI34	Ni	1,67	1,26	1,25	0,98	1,45
64	NI35	Ni	0,54	0,89	0,67	0,22	0,89
65	NI36	Ni	1,26	1,38	0,51	0,41	0,56
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Le tableau n° 8 suivant donne le groupe des constituants des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* d'Ankarafantsika.

**Tableau n° 8: Groupe des constituants des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* d'Ankarafantsika.**

			ANKARAFANTSIKA				
N°		constituant	KATSIK 27	KATSIK 23	KATSIK 28	KATSIK 24	KATSIK 11
<b>MONOTERPENES</b>							
1	API	$\alpha$ -Pinène	0	0	0	0	0
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0	0	0	0	0
2	MYR	Myrcène	0	0	0	0	0
3	LIM	Limonène	0	0	0	0	0
Total non identifié			0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SESQUITERPENES</b>							
5	YLG	Ylangène	2,46	1,57	1,89	1,88	1,58
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	0,9	0,5	0,56	0,45	0,58
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	7,74	5,07	8,56	9,58	8,58
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	0	0	0	0	0,23
14	AMAD	Aromadendrène	0,59	0	0	0	0,12
15	ALMAD	Alloaromadendrène	2,28	0	2,31	1,25	1,12
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	3,1	3,24	3,85	2,89	3,14
18	GMU	$\gamma$ -Muuroène	2,56	2,2	2,36	2,96	2,31
19	VIR	Viridiflorène	0,94	1,72	1,89	1,26	1,25
23	GERD	Germacrène-D	7,64	6,58	6,85	6,56	7,89
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	3,94	3,87	3,89	3,25	4,12
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	2,41	1,79	1,99	1,57	1,59
31	PACH	Patchoulène	0,99	0,59	0,75	0,87	0,65
Total non identifié			7,97	8,7	7,18	6,79	5,88
<b>TOTAL</b>			<b>43,52</b>	<b>35,83</b>	<b>42,08</b>	<b>39,31</b>	<b>39,04</b>
<b>PRODUITS OXYGENES</b>							
9	LIN	Linalol	0	0	0	0	0
12	TER	Terpinène 4-ol	0	0	0	0	0
24	ABZ	Acétate de Benzyle	3,91	3,66	3,87	2,96	3,25
30	CED	Cedrol	0,56	0,61	0,71	0,65	0,89
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,61	0,47	0,56	0,54	0,52
33	MEU	Méthyl eugénol	0,51	0,33	0,25	0,21	0,31
34	CNER	Cis nérolidol	0,3	0,25	0,35	0,34	0,34
35	GLOB	Globulol	0,31	0,25	0,15	0,16	0,19
36	GEUD	$\gamma$ -eudesmol	0,17	0,2	0,11	0,21	0,11
37	CAD	$\delta$ ou T Cadinol	0,23	0,21	0,24	0,36	0,68
39	AEUD	$\alpha$ -eudesmol	0,3	0,17	0,58	0,12	0,16
41	BEUD	$\beta$ -eudesmol	0,37	0,25	0,31	0,54	0,36
Total non identifié			49,21	57,77	50,79	54,6	54,15
<b>TOTAL</b>			<b>56,48</b>	<b>64,17</b>	<b>57,92</b>	<b>60,69</b>	<b>60,96</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

La CPG des échantillons d'huile essentielle d'Ankarafantsika a permis de séparer 65 pics (tableau n° 7) représentant les hydrocarbures monoterpéniques, les hydrocarbures sesquiterpéniques ainsi que les produits oxygénés (tableau n° 8) :

- **Les hydrocarbures monoterpéniques:** Les huiles essentielles d'Ankarafantsika ne présentent pas d'hydrocarbure monoterpénique.
- **Les hydrocarbures sesquiterpéniques:** Les sesquiterpènes représentent 35,83 % à 43,52 % de l'ensemble des hydrocarbures dont 5,88 % à 8,7 % sont non identifiés. Le Germacrène-D, avec une teneur pouvant varier de 6,56 % à 7,89 % représente le principal constituant sesquiterpénique.
- **Les produits oxygénés:** Les produits oxygénés représentent 56,48 % à 64,17 % de la composition chimique totale de l'huile essentielle provenant d'Ankarafantsika dont 49,21 % à 57,77 % sont non identifiés. Le NI 20 est le principal produit oxygéné de l'huile essentielle d'Ankarafantsika. Sa teneur peut varier de 7,01 % à 9,92 %.

## I.2. Composition chimique des huiles essentielles de Cedrelopsis grevei d'Antsalova.

La figure n° 12 représente le profil chromatographique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* d'Antsalova.

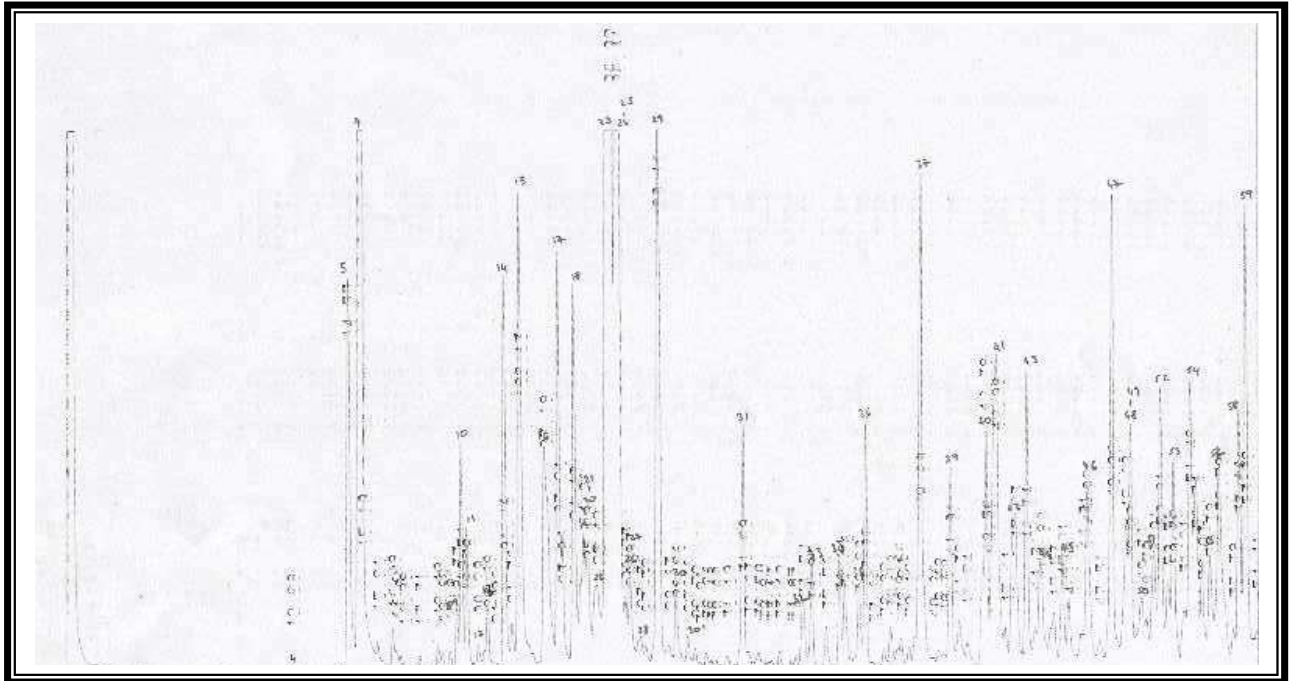


Figure n° 12: Profil chromatographique des huiles essentielles d'Antsalova



La composition chimique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* d'Antsalova est résumée dans le tableau n° 9 suivant.

**Tableau n° 9: Composition chimique des échantillons d'huile essentielle de Cedrelopsis grevei d'Antsalova (%).**

N°		constituant	ANTSALOVA				
			CGA 3	CGA 11	CGA 1	CGA 15	CGA 2
1	API	$\alpha$ -Pinène	0	0	0	0	0
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0	0	0	0	0
2	MYR	Myrcène	0	0	0	0,06	0,23
3	LIM	Limonène	0,1	0,23	0	0,1	0,06
4	NI1	Ni	0,1	0,15	0,06	0,2	0,07
5	YLG	Ylangène	3,9	1,92	4,44	1,75	3,25
6	NI2	Ni	0,56	0,78	0,99	0,68	0,87
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	10,74	10,99	11,87	5,98	6,48
8	NI3	Ni	1,23	2,11	0,37	0,4	0,36
9	LIN	Linalol	0,26	0,25	0,27	0,3	0,2
10	NI4	Ni	0,47	0,89	0,97	0,6	0,89
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	0,16	0,57	0,21	0,8	0,78
12	TER	Terpinène 4-ol	0,35	0,18	0,13	1,35	1,26
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	0,75	0,39	0,47	0,36	0,69
14	AMAD	Aromadendrène	12,73	1,67	3,27	17,35	18,25
15	ALMAD	Alloaromadendrène	12,63	2,93	4,17	16,32	13,26
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	3,24	1,95	1,3	3,99	4,26
17	NI5	Ni	0,94	1,91	1,77	0,13	0,12
18	GMU	$\gamma$ -Muuroène	1,69	1,81	2,05	0,16	0,11
19	VIR	Viridiflorène	0	1,03	1,05	3,29	2,56
20	NI6	Ni	1,7	2,61	0,8	0,36	0,89
21	NI7	Ni	0,91	0,87	0,76	1,04	1,25
22	NI8	Ni	0,52	0,59	0	0	0
23	GERD	Germacrène-D	7,51	14,34	14,27	10,77	10,1
24	ABZ	Acétate de Benzyle	2,09	9,21	9,22	5,32	6,32
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	3,29	2,61	2,25	1,56	2,36
26	NI9	Ni	0,94	0,05	0,43	2,89	2,36
27	NI10	Ni	0,31	0,21	0,33	0,5	0,4
28	NI11	Ni	0,56	0,11	0,1	0,56	0,21
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	0,35	3,33	2,01	0,62	0,36
30	CED	Cedrol	0,84	0,47	0,49	0,76	0,58
31	PACH	Patchoulène	0,95	1,04	1,12	0,17	0,78
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,21	0,38	0,37	1,46	1,56
33	MEU	Méthyl eugénol	0,44	0,48	0,72	1,6	1,23
34	CNER	Cis nérolidol	0,76	0,45	0,33	0,45	0,23
35	GLOB	Globulol	0,53	0,47	0,58	1,19	2,1
36	GEUD	$\gamma$ -eudesmol	0,16	0,98	0,57	0,76	0,58
37	CAD	$\delta$ ou T Cadinol	0,1	2,77	2,13	0,96	0,98
38	NI12	Ni	0,13	0,25	0,65	1,65	1,36
39	AEUD	$\alpha$ -eudesmol	1,31	0,91	1,32	1,13	1,25
40	NI13	Ni	0,22	1,26	0,28	0,11	0,55
41	BEUD	$\beta$ -eudesmol	2,02	2,73	3,23	0,39	0,42

*Variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de Cedrelopsis grevei (Katrafay)*

42	NI13'	Ni	0,98	1,37	1,55	0,52	0,53
43	NI14	Ni	0,95	1,27	1,14	0,52	0,69
44	NI15	Ni	2,35	1,73	0,73	0,96	0,44
45	NI16	Ni	1,26	0,56	1,43	0,89	1,29
46	NI17	Ni	1,12	1,08	1,16	0,35	0,24
47	NI18	Ni	1,18	2,31	1,91	0,23	0,12
48	NI19	Ni	0,84	0,79	1,03	0,41	0,36
49	NI20	Ni	2,34	1,08	1,71	1,05	0,9
50	NI21	Ni	1,23	1,55	1,53	0,15	0,23
51	NI22	Ni	0,18	0,69	0,27	0,36	0,1
52	NI23	Ni	1,05	1,37	1,05	0,23	0,01
53	NI24	Ni	0,92	0,98	1,04	1,33	0,97
54	NI25	Ni	0,77	0,47	1,56	0,26	0,13
55	NI26	Ni	0,93	1,05	1,04	1,06	0,45
56	NI27	Ni	0,2	1,06	0,86	0,56	0,59
57	NI28	Ni	0,59	1,02	0,57	0,25	0,23
58	NI29	Ni	1,87	1,19	1,61	1,12	1,35
59	NI30	Ni	0,98	2,25	0,34	0,35	0,28
60	NI31	Ni	0,22	0,2	0,24	0,25	0,14
61	NI32	Ni	0,44	0,2	0,56	0,36	0,68
62	NI33	Ni	0,28	0,44	0,54	0,25	0,12
63	NI34	Ni	0,23	0,45	0,41	0,25	0,13
64	NI35	Ni	2,17	0,6	1,22	0,12	0,33
65	NI36	Ni	1,22	0,41	1,15	0,1	0,12
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Le tableau n° 10 suivant montre le groupe des constituants des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* d'Antsalova.

**Tableau n° 10: Groupe des constituants des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* d'Antsalova.**

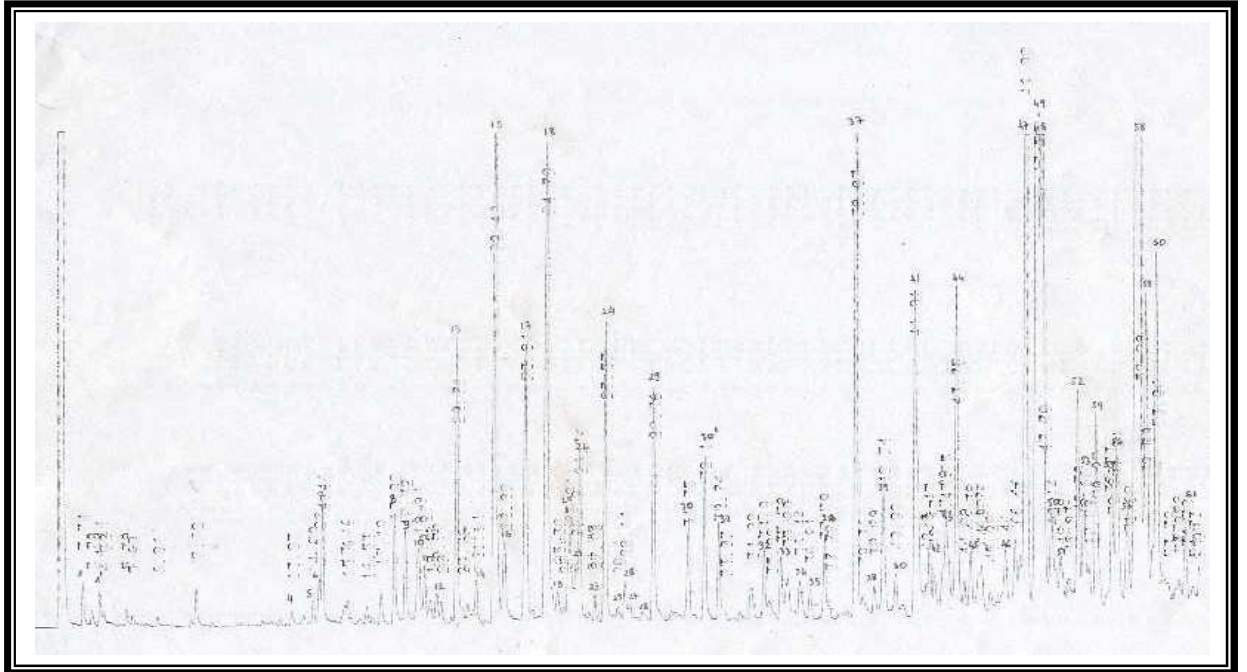
		ANTSALOVA					
N°		constituant	CGA 3	CGA 11	CGA 1	CGA 15	CGA 2
<b>MONOTERPENES</b>							
1	API	$\alpha$ -Pinène	0	0	0	0	0
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0	0	0	0	0
2	MYR	Myrcène	0	0	0	0,06	0,23
3	LIM	Limonène	0,1	0,23	0	0,1	0,06
Total non identifié			0,1	0,15	0,06	0,2	0,07
<b>TOTAL</b>			<b>0,2</b>	<b>0,38</b>	<b>0,06</b>	<b>0,36</b>	<b>0,36</b>
<b>SESQUITERPENES</b>							
5	YLG	Ylangène	3,9	1,92	4,44	1,75	3,25
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	10,74	10,99	11,87	5,98	6,48
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	0,16	0,57	0,21	0,8	0,78
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	0,75	0,39	0,47	0,36	0,69
14	AMAD	Aromadendrène	12,73	1,67	3,27	17,35	18,25
15	ALMAD	Alloaromadendrène	12,63	2,93	4,17	16,32	13,26
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	3,24	1,95	1,3	3,99	4,26
18	GMU	$\gamma$ -Muuroène	1,69	1,81	2,05	0,16	0,11
19	VIR	Viridiflorène	0	1,03	1,05	3,29	2,56
23	GERD	Germacrène-D	7,51	14,34	14,27	10,77	10,1
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	3,29	2,61	2,25	1,56	2,36
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	0,35	3,33	2,01	0,62	0,36
31	PACH	Pachoulène	0,95	1,04	1,12	0,17	0,78
Total non identifié			8,14	10,13	6,52	7,16	7,35
<b>TOTAL</b>			<b>66,08</b>	<b>54,71</b>	<b>55</b>	<b>70,28</b>	<b>70,59</b>
<b>PRODUITS OXYGENES</b>							
9	LIN	Linalol	0,26	0,25	0,27	0,3	0,2
12	TER	Terpinène 4-ol	0,35	0,18	0,13	1,35	1,26
24	ABZ	Acétate de Benzyle	2,09	9,21	9,22	5,32	6,32
30	CED	Cedrol	0,84	0,47	0,49	0,76	0,58
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,21	0,38	0,37	1,46	1,56
33	MEU	Méthyl eugénol	0,44	0,48	0,72	1,6	1,23
34	CNER	Cis nérolidol	0,76	0,45	0,33	0,45	0,23
35	GLOB	Globulol	0,53	0,47	0,58	1,19	2,1
36	GEUD	$\gamma$ -eudesmol	0,16	0,98	0,57	0,76	0,58
37	CAD	$\delta$ ou T Cadinol	0,1	2,77	2,13	0,96	0,98
39	AEUD	$\alpha$ -eudesmol	1,31	0,91	1,32	1,13	1,25
41	BEUD	$\beta$ -eudesmol	2,02	2,73	3,23	0,39	0,42
Total non identifié			24,65	25,63	25,58	13,69	12,34
<b>TOTAL</b>			<b>33,72</b>	<b>44,91</b>	<b>44,94</b>	<b>29,36</b>	<b>29,05</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

La CPG des échantillons d'huile essentielle d'Antsalova a permis de séparer 65 pics (tableau n° 9) représentant les hydrocarbures monoterpéniques, les hydrocarbures sesquiterpéniques ainsi que les produits oxygénés (tableau n° 10) :

- **Les hydrocarbures monoterpéniques:** Les monoterpènes représentent 0,06 % à 0,38 % de la composition chimique totale de l'huile essentielle d'Antsalova dont 0,06 % à 0,2 % sont non identifiés. Le limonène avec une teneur pouvant varier de 0,00 % à 0,23 % est le principal constituant monoterpénique de cette huile essentielle.
- **Les hydrocarbures sesquiterpéniques:** Les sesquiterpènes représentent 54,71 % à 70,59 % de l'ensemble des hydrocarbures dont 6,52 % à 10,13 % sont non identifiés. L'Alloaromadendrène est le principal produit sesquiterpénique. Sa teneur peut varier de 2,93 % à 16,32 %.
- **Les produits oxygénés:** Les produits oxygénés représentent 29,05 % à 44,94 % de la composition chimique totale de l'huile essentielle provenant d'Antsalova dont 12,34 % à 25,63 % sont non identifiés. L'acétate de benzyle est le principal produit oxygéné de l'huile essentielle d'Antsalova. Sa teneur peut varier de 2,09 % à 9,22 %.

### **I.3. Composition chimique des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* de Sakaraha**

La figure n° 13 représente le profil chromatographique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* de Sakaraha.



**Figure n° 13: Profil chromatographique des huiles essentielles de Sakaraha**

Le tableau n° 11 montre un aperçu de la composition chimique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* de Sakaraha.

**Tableau n° 11: Composition chimique des échantillons d'huile essentielle de Cedrelopsis grevei de Sakaraha (%).**

N°		constituant	SAKARAHHA				
			A12	A3	P14	P13	A15
1	API	$\alpha$ -Pinène	0,25	2,45	2,92	1,56	0,36
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0,17	0,17	0	0	0,32
2	MYR	Myrcène	0	2,17	2,17	0	0,29
3	LIM	Limonène	0	2,17	0,44	0,35	2,16
4	NI1	Ni	0,22	0,17	0	0,42	0,33
5	YLG	Ylangène	0,13	0,1	0	0,07	0,33
6	NI2	Ni	0,22	0,15	0	0,15	0,2
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	0,67	0,6	1,01	1,61	1,46
8	NI3	Ni	0,66	0,09	0,67	0,53	0,21
9	LIN	Linalol	0,55	0,89	0,56	0,7	0,89
10	NI4	Ni	0,62	0,37	0	0,4	1,47
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	0,33	0,18	0,31	1,79	0,2
12	TER	Terpinène 4-ol	0,22	0,1	0	0,38	0,56
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	1,69	0,69	2,35	3,06	0,64
14	AMAD	Aromadendrène	0,19	0,52	0,42	2,28	0,43
15	ALMAD	Alloaromadendrène	3,77	0,09	4,11	1,85	1,16
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	0,66	1,56	0,77	0,07	0,45
17	NI5	Ni	2,05	0,16	1,17	0,14	0,49
18	GMU	$\gamma$ -Muuroloène	4,07	2,66	4,35	2,04	5,33
19	VIR	Viridiflorène	0,22	0,26	0,29	0,17	0,66
20	NI6	Ni	0,9	0,27	0,5	0,19	0,22
21	NI7	Ni	0,41	0,1	0,49	0,29	1,15
22	NI8	Ni	1,09	0,96	0,98	0,1	0,33
23	GERD	Germacrène-D	0,16	0,25	0	0	0,98
24	ABZ	Acétate de Benzyle	1,84	3,24	1,81	1,3	0,28
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	0	0,32	0	0,08	0,22
26	NI9	Ni	0,14	0,82	0	1,45	3,36
27	NI10	Ni	0,59	0,54	0	0,6	0,25
28	NI11	Ni	0,26	0,14	0	0,12	0,26
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	1,34	1,93	1,7	1,06	0,54
30	CED	Cedrol	0,61	0,11	0,94	0,75	0,22
31	PACH	Patchoulène	0,63	0,47	0,88	0,52	0,27
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,4	0,61	1,11	1,84	3,36
33	MEU	Méthyl eugénol	0,4	0,41	0	0,45	0,26
34	CNER	Cis nérolidol	0,28	4,55	0,38	0,25	0,27
35	GLOB	Globulol	0,2	0,31	0	0,23	0,55
36	GEUD	$\gamma$ -eudesmol	0,46	0,5	0	1,34	0,28
37	CAD	$\delta$ ou T Cadinol	4,66	2,8	1,91	1,69	0,4
38	NI12	Ni	0,19	0,91	0,27	0,87	0,51
39	AEUD	$\alpha$ -eudesmol	0,92	0,71	1,02	1,28	3,79
40	NI13	Ni	0,23	0,44	0,37	0,26	0,26
41	BEUD	$\beta$ -eudesmol	2,71	1,98	1,33	1,65	0,27
42	NI13'	Ni	0,34	0,71	0,49	0,69	0,52
43	NI14	Ni	0,89	1,21	0,85	1,27	0,28

*Variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de Cedrelopsis grevei (Katrafay)*

44	NI15	Ni	2,2	1,81	3,14	4,42	0,4
45	NI16	Ni	0,43	0,32	0,32	0,56	0,52
46	NI17	Ni	0,89	0,96	1,81	1,46	0,8
47	NI18	Ni	4,83	3,8	5,61	6,76	4,4
48	NI19	Ni	8,78	5,34	4,83	6,97	4,19
49	NI20	Ni	7,43	4,76	4,27	1,47	5,41
50	NI21	Ni	1,03	2,36	1,57	1,69	0,4
51	NI22	Ni	1,42	1,43	0,43	1,37	0,42
52	NI23	Ni	1,57	1,51	0,89	1,36	0,95
53	NI24	Ni	0,94	1,09	1,07	1,28	1,25
54	NI25	Ni	0,12	1,49	1,01	0,79	2,36
55	NI26	Ni	0,87	1,94	1,23	1,15	0,99
56	NI27	Ni	1,45	1,78	1,07	1,64	1,43
57	NI28	Ni	0,84	0,53	1,07	0,26	1,63
58	NI29	Ni	20,45	19,76	19,16	17,63	27,8
59	NI30	Ni	2,55	2,94	2,03	2,64	0,75
60	NI31	Ni	3,55	2,24	6,02	4,63	1,98
61	NI32	Ni	0,49	0,27	1,89	1,93	1,78
62	NI33	Ni	0,34	1,35	1,78	1,79	1,58
63	NI34	Ni	0,32	1,32	1,75	1,59	1,27
64	NI35	Ni	1,83	1,84	1,17	1,58	1,56
65	NI36	Ni	1,33	1,32	1,31	1,18	1,36
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Le groupe des constituants des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* de Sakaraka sera représenté dans le tableau n° 12 suivant.

**Tableau n° 12: Groupe des constituants des huiles essentielles de Cedrelopsis grevei de Sakaraha.**

			SAKARAHHA				
N°		constituant	A12	A3	P14	P13	A15
<b>MONOTERPENES</b>							
1	API	$\alpha$ -Pinène	0,25	2,45	2,92	1,56	0,36
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0,17	0,17	0	0	0,32
2	MYR	Myrcène	0	2,17	2,17	0	0,29
3	LIM	Limonène	0	2,17	0,44	0,35	2,16
Total non identifié			0,22	0,17	0	0,42	0,33
<b>TOTAL</b>			<b>0,64</b>	<b>7,13</b>	<b>5,53</b>	<b>2,33</b>	<b>3,46</b>
<b>SESQUITERPENES</b>							
5	YLG	Ylangène	0,13	0,1	0	0,07	0,33
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	0,67	0,6	1,01	1,61	1,46
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	0,33	0,18	0,31	1,79	0,2
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	1,69	0,69	2,35	3,06	0,64
14	AMAD	Aromadendrène	0,19	0,52	0,42	2,28	0,43
15	ALMAD	Alloaromadendrène	3,77	0,09	4,11	1,85	1,16
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	0,66	1,56	0,77	0,07	0,45
18	GMU	$\gamma$ -Muuroène	4,07	2,66	4,35	2,04	5,33
19	VIR	Viridiflorène	0,22	0,26	0,29	0,17	0,66
23	GERD	Germacrène-D	0,16	0,25	0	0	0,98
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	0	0,32	0	0,08	0,22
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	1,34	1,93	1,7	1,06	0,54
31	PACH	Pachoulène	0,63	0,47	0,88	0,52	0,27
Total non identifié			6,94	3,6	3,81	3,97	7,94
<b>TOTAL</b>			<b>20,8</b>	<b>13,23</b>	<b>20</b>	<b>18,57</b>	<b>20,61</b>
<b>PRODUITS OXYGENES</b>							
9	LIN	Linalol	0,55	0,89	0,56	0,7	0,89
12	TER	Terpinène 4-ol	0,22	0,1	0	0,38	0,56
24	ABZ	Acétate de Benzyle	1,84	3,24	1,81	1,3	0,28
30	CED	Cedrol	0,61	0,11	0,94	0,75	0,22
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,4	0,61	1,11	1,84	3,36
33	MEU	Méthyl eugénol	0,4	0,41	0	0,45	0,26
34	CNER	Cis nérolidol	0,28	4,55	0,38	0,25	0,27
35	GLOB	Globulol	0,2	0,31	0	0,23	0,55
36	GEUD	$\gamma$ -eudesmol	0,46	0,5	0	1,34	0,28
37	CAD	$\delta$ ou T Cadinol	4,66	2,8	1,91	1,69	0,4
39	AEUD	$\alpha$ -eudesmol	0,92	0,71	1,02	1,28	3,79
41	BEUD	$\beta$ -eudesmol	2,71	1,98	1,33	1,65	0,27
Total non identifié			65,31	63,43	65,41	67,24	64,8
<b>TOTAL</b>			<b>78,56</b>	<b>79,64</b>	<b>74,47</b>	<b>79,1</b>	<b>75,93</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

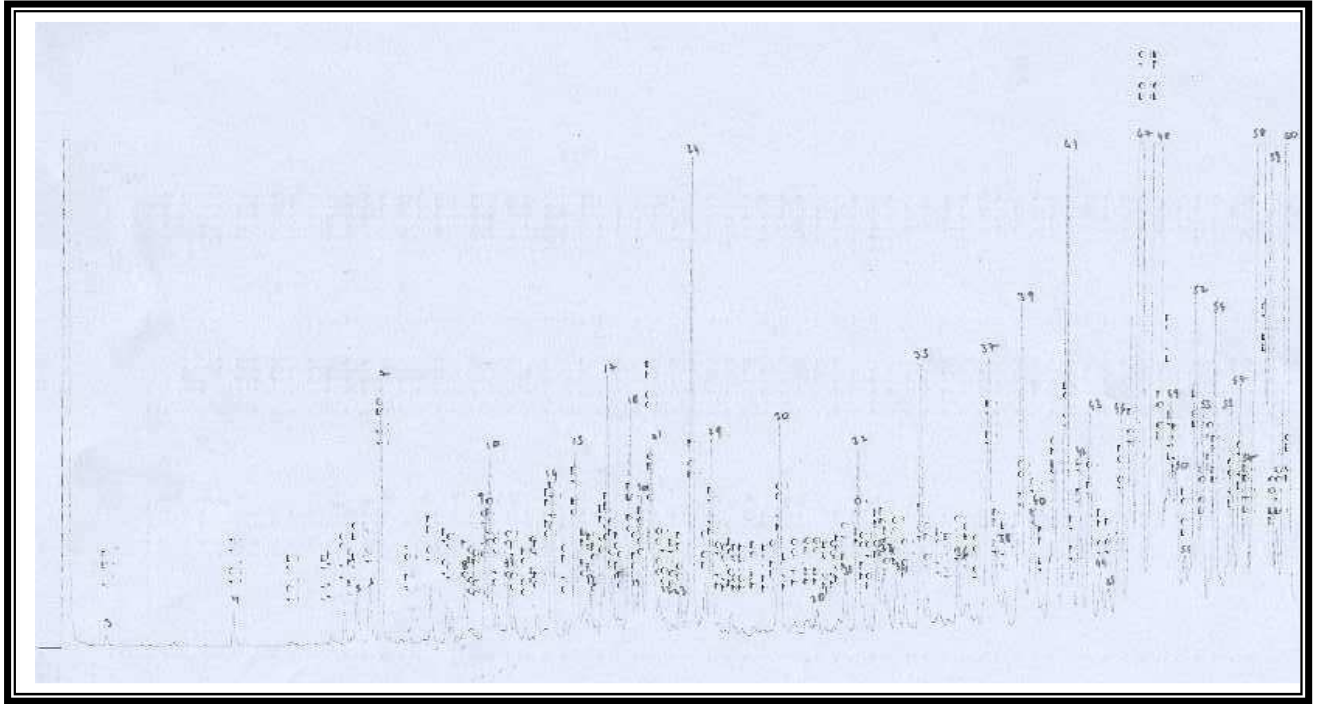


La CPG des échantillons d'huile essentielle de Sakaraha a permis de séparer 65 pics (tableau n° 11) représentant les hydrocarbures monoterpéniques, les hydrocarbures sesquiterpéniques ainsi que les produits oxygénés (tableau n° 12) :

- **Les hydrocarbures monoterpéniques:** Les monoterpènes représentent 0,64 % à 7,13 % de la composition chimique totale de l'huile essentielle de Sakaraha dont 0,17 % à 0,42 % sont non identifiés. L' $\alpha$ -Pinène avec une teneur pouvant varier de 0,25 % à 2,92 % est le principal constituant monoterpénique de cette huile essentielle.
- **Les hydrocarbures sesquiterpéniques:** Les sesquiterpènes représentent 13,23 % à 20,80 % de l'ensemble des hydrocarbures dont 3,60 % à 7,94 % sont non identifiés. Le  $\gamma$ -Muuroène est le principal produit sesquiterpénique. Sa teneur peut varier de 2,04 % à 5,33 %.
- **Les produits oxygénés:** Les produits oxygénés représentent 74,47 % à 79,64 % de la composition chimique totale de l'huile essentielle provenant de Sakaraha dont 63,43 % à 67,24 % sont non identifiés. Le NI 29 est le principal produit oxygéné de l'huile essentielle de Sakaraha. Sa teneur peut varier de 17,63 % à 27,80 %.

#### **I.4. Composition chimique des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* de Belo.**

La figure n° 14 représente le profil chromatographique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* de Belo.



**Figure n° 14: Profil chromatographique des huiles essentielles de Belo**

Le tableau n° 13 donne la composition chimique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* de Belo.

**Tableau n° 13: Composition chimique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* de Belo (%).**

N°		constituant	BELO				
			CGRE 13	CGRE 14	CGRE 3	CGRE 2	CGRE 12
1	API	$\alpha$ -Pinène	0	0,15	0	0	0
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0	0	0	0	0
2	MYR	Myrcène	0	0	0	0	0
3	LIM	Limonène	0,1	0	0	0,36	0,06
4	NI1	Ni	0,81	0	0,14	0,39	0,26
5	YLG	Ylangène	0,35	0	0,26	0	0
6	NI2	Ni	0	0	0	0	0
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	0,36	0,31	1,06	0,54	0,37
8	NI3	Ni	0,13	0,49	0,34	0	0,25
9	LIN	Linalol	2,4	0,35	0,61	0,98	0,44
10	NI4	Ni	0,35	0,84	0,81	0,96	0,84
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	0,13	0,41	0,39	0	0,1
12	TER	Terpinène 4-ol	0	0	0,96	0	0,1
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	0,1	0,16	0,15	0	0
14	AMAD	Aromadendrène	0,21	0,36	0,87	0	0,42
15	ALMAD	Alloaromadendrène	0,99	1,06	1,08	0,55	0,6
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	1,26	0,33	0,34	0,24	0,29
17	NI5	Ni	0,85	0,63	1,14	0,58	0,15
18	GMU	$\gamma$ -Muuroène	1,52	2,16	1,14	0,51	1,56
19	VIR	Viridiflorène	0,83	0,26	0,21	0	0,12
20	NI6	Ni	2,67	1,11	0,75	0,71	0,33
21	NI7	Ni	1,5	0,58	1,16	0,58	0,92
22	NI8	Ni	1,79	0,2	0,23	0,68	0,47
23	GERD	Germacrène-D	1,53	0,17	0,23	0,27	0,09
24	ABZ	Acétate de Benzyle	2,56	2,79	2,46	1,89	1,6
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	0,47	0	0,37	0	0,09
26	NI9	Ni	0	0	0	0	0,05
27	NI10	Ni	0	0	0	0	0
28	NI11	Ni	0	0	0	0	0
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	0,53	0,22	0,94	0,29	0,26
30	CED	Cedrol	0,45	0,29	1,14	0	0,3
31	PACH	Pachoulène	0,11	0,29	0,33	0,22	0,2
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,82	0,11	0,89	0,51	0,52
33	MEU	Méthyl eugénol	0,31	0,36	0,45	0,5	0,75
34	CNER	Cis nérolidol	0,42	0	0,38	0,33	0,14
35	GLOB	Globulol	0,93	0,34	1,25	0,63	1,54
36	GEUD	$\gamma$ -eudesmol	0,96	0,13	0,39	0,64	0,63
37	CAD	$\delta$ ou T Cadinol	4,24	3,96	1,87	5,6	6,33
38	NI12	Ni	0,67	0,77	0,51	0	0,3
39	AEUD	$\alpha$ -eudesmol	0,37	0,13	2,07	0,52	1,14
40	NI13	Ni	0	0,17	1,08	0	0,82
41	BEUD	$\beta$ -eudesmol	2,69	2,74	2,61	4,01	1,37
42	NI13'	Ni	0,34	0,15	0,94	0,23	1,49
43	NI14	Ni	1,03	0,08	1,17	0,89	0,82

*Variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de Cedrelopsis grevei (Katrafay)*

44	NI15	Ni	1,18	2,12	0,28	2,21	0,47
45	NI16	Ni	0,8	1,01	0,23	0,52	0,63
46	NI17	Ni	0,91	1,58	1,41	0,6	1,47
47	NI18	Ni	0,94	1,77	7,97	3,74	12,43
48	NI19	Ni	5,67	4,02	6,58	5,12	2,85
49	NI20	Ni	0	2,71	4,19	4,25	1,94
50	NI21	Ni	2,66	1,1	1,01	1,24	0,45
51	NI22	Ni	1,26	0,12	1,01	1,22	0,15
52	NI23	Ni	2,29	2,81	2,03	0,54	1,79
53	NI24	Ni	0,7	1,56	1	1,55	1,51
54	NI25	Ni	3,4	2,91	1,74	0,55	2,36
55	NI26	Ni	3,33	3,26	1,31	1,6	0,95
56	NI27	Ni	1,94	1,56	1,38	2,24	0,59
57	NI28	Ni	0,78	0,75	0,73	1,68	0,5
58	NI29	Ni	25,09	30,56	26,67	29,35	26,98
59	NI30	Ni	7,15	10,56	4,79	4,73	8,22
60	NI31	Ni	1,37	1,98	5,01	4,98	2,89
61	NI32	Ni	1,09	1,81	0,26	1,08	0,4
62	NI33	Ni	0,72	0,72	0,32	3,15	2,96
63	NI34	Ni	1,82	0,26	0,21	1,36	0,99
64	NI35	Ni	1,75	2,42	0,35	1,5	2,62
65	NI36	Ni	0,37	2,31	0,8	3,18	1,13
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Le résumé du groupe des constituants des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* de Belo est donné dans le tableau n° 14 suivant.

**Tableau n° 14: Groupe des constituants des huiles essentielles de Cedrelopsis grevei de Belo.**

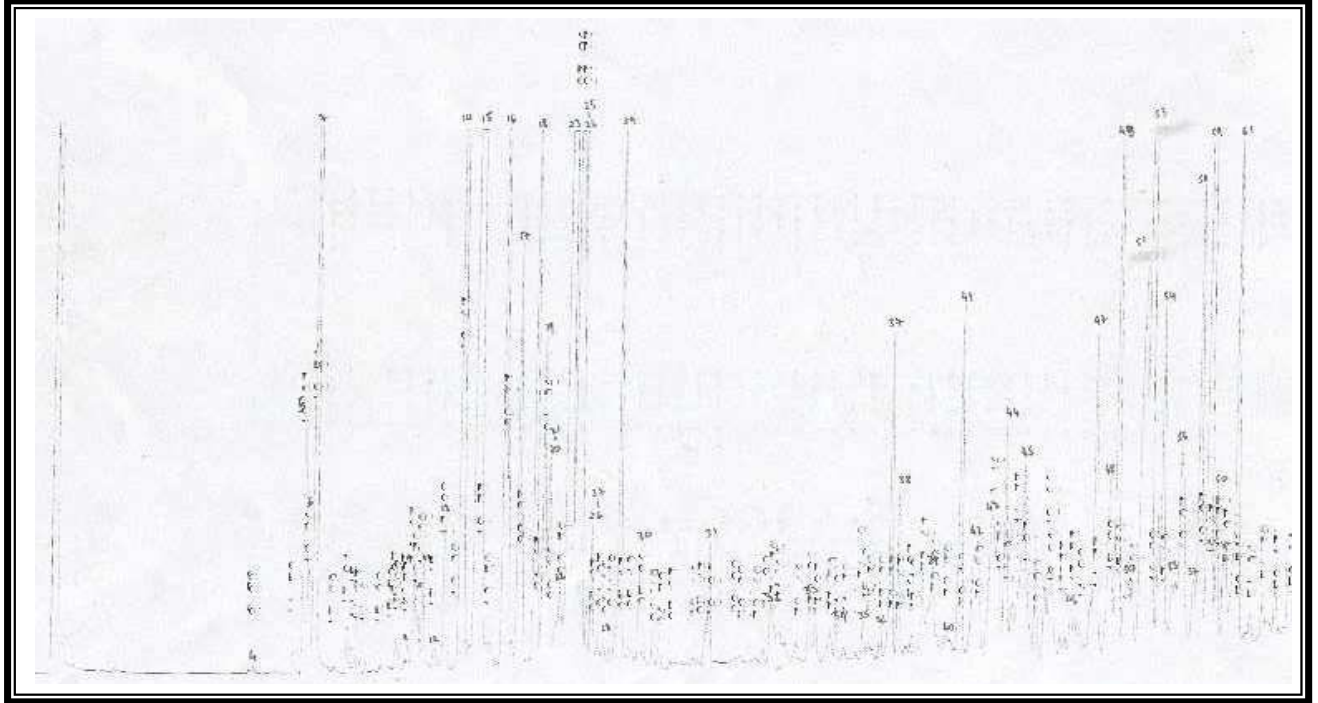
			<b>BELO</b>				
N°		constituant	CGRE 13	CGRE 14	CGRE 3	CGRE 2	CGRE 12
<b>MONOTERPENES</b>							
1	API	$\alpha$ -Pinène	0	0,15	0	0	0
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0	0	0	0	0
2	MYR	Myrcène	0	0	0	0	0
3	LIM	Limonène	0,1	0	0	0,36	0,06
Total non identifié			0,81	0	0,14	0,39	0,26
<b>TOTAL</b>			<b>0,91</b>	<b>0,15</b>	<b>0,14</b>	<b>0,75</b>	<b>0,32</b>
<b>SESQUITERPENES</b>							
5	YLG	Ylangène	0,35	0	0,26	0	0
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	0,36	0,31	1,06	0,54	0,37
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	0,13	0,41	0,39	0	0,1
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	0,1	0,16	0,15	0	0
14	AMAD	Aromadendrène	0,21	0,36	0,87	0	0,42
15	ALMAD	Alloaromadendrène	0,99	1,06	1,08	0,55	0,6
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	1,26	0,33	0,34	0,24	0,29
18	GMU	$\gamma$ -Muuroloène	1,52	2,16	1,14	0,51	1,56
19	VIR	Viridiflorène	0,83	0,26	0,21	0	0,12
23	GERD	Germacrène-D	1,53	0,17	0,23	0,27	0,09
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	0,47	0	0,37	0	0,09
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	0,53	0,22	0,94	0,29	0,26
31	PACH	Patchoulène	0,11	0,29	0,33	0,22	0,2
Total non identifié			7,29	3,85	4,43	3,51	3,01
<b>TOTAL</b>			<b>15,68</b>	<b>9,58</b>	<b>11,8</b>	<b>6,13</b>	<b>7,11</b>
<b>PRODUITS OXYGENES</b>							
9	LIN	Linalol	2,4	0,35	0,61	0,98	0,44
12	TER	Terpinène 4-ol	0	0	0,96	0	0,1
24	ABZ	Acétate de Benzyle	2,56	2,79	2,46	1,89	1,6
30	CED	Cedrol	0,45	0,29	1,14	0	0,3
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,82	0,11	0,89	0,51	0,52
33	MEU	Méthyl eugénol	0,31	0,36	0,45	0,5	0,75
34	CNER	Cis nérolidol	0,42	0	0,38	0,33	0,14
35	GLOB	Globulol	0,93	0,34	1,25	0,63	1,54
36	GEUD	$\gamma$ -eudesmol	0,96	0,13	0,39	0,64	0,63
37	CAD	$\delta$ ou T Cadinol	4,24	3,96	1,87	5,6	6,33
39	AEUD	$\alpha$ -eudesmol	0,37	0,13	2,07	0,52	1,14
41	BEUD	$\beta$ -eudesmol	2,69	2,74	2,61	4,01	1,37
Total non identifié			67,26	79,07	72,98	77,51	77,71
<b>TOTAL</b>			<b>83,41</b>	<b>90,27</b>	<b>88,06</b>	<b>93,12</b>	<b>92,57</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

La CPG des échantillons d'huile essentielle de Belo a permis de séparer 65 pics (tableau n° 13) représentant les hydrocarbures monoterpéniques, les hydrocarbures sesquiterpéniques ainsi que les produits oxygénés (tableau n° 14) :

- **Les hydrocarbures monoterpéniques:** Les monoterpènes représentent 0,14 % à 0,91 % de la composition chimique totale de l'huile essentielle de Belo dont 0,00 % à 0,14 % sont non identifiés. Le limonène avec une teneur pouvant varier de 0,00 % à 0,36 % est le principal constituant monoterpénique de cette huile essentielle.
- **Les hydrocarbures sesquiterpéniques:** Les sesquiterpènes représentent 6,13 % à 15,68 % de l'ensemble des hydrocarbures dont 3,01 % à 7,29 % sont non identifiés. Le  $\gamma$ -Muuroène, avec une teneur pouvant varier de 0,51 % à 2,16 % représente le principal constituant sesquiterpénique.
- **Les produits oxygénés:** Les produits oxygénés représentent 83,41 % à 93,12 % de la composition chimique totale de l'huile essentielle provenant de Belo dont 67,26 % à 79,07 % sont non identifiés. Le NI 29 est le principal produit oxygéné de l'huile essentielle de Belo. Sa teneur peut varier de 25,09 % à 30,56 %.

### **I.5. Composition chimique des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* d'Antevamena**

La figure n° 15 représente le profil chromatographique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* d'Antevamena.



**Figure n° 15: Profil chromatographique des huiles essentielles d'Antevamena**

La composition chimique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* d'Antevamena est résumé dans le tableau n° 15.

**Tableau n° 15: Composition chimique des échantillons d'huile essentielle de Cedrelopsis grevei d'Antevamena (%).**

N°		constituant	ANTEVAMENA				
			KANTSA 13	KANTSA 2	KANTSA 10	KANTSA 5	KANTSA 9
1	API	$\alpha$ -Pinène	0	0	0	0	0
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0	0	0	0	0
2	MYR	Myrcène	0	0	0	0	0
3	LIM	Limonène	0	0	0	0	0
4	NI1	Ni	0,08	0	0,09	0	0,05
5	YLG	Ylangène	1,09	1,36	0,4	0,36	1,89
6	NI2	Ni	0,34	0,4	0,07	0,05	0,63
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	4,96	3,17	3,83	5,36	5,26
8	NI3	Ni	0,08	0,16	0,08	0,09	0,36
9	LIN	Linalol	0,34	0,23	0,25	0,25	0,36
10	NI4	Ni	0,17	0,29	0,13	0,12	0,18
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	0,31	1,39	1,19	1,56	0,36
12	TER	Terpinène 4-ol	0,1	0,38	0,93	0,98	8,98
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	0,54	0,95	1,23	0,65	0,56
14	AMAD	Aromadendrène	4,02	4,81	11,71	5,26	6,32
15	ALMAD	Alloaromadendrène	8,95	5,25	7,46	8,26	9,35
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	3,6	2,12	0,1	3,26	5,26
17	NI5	Ni	1,92	2,12	2,61	3,26	1,56
18	GMU	$\gamma$ -Muuroène	2,1	0,36	0,66	0,36	3,21
19	VIR	Viridiflorène	1,3	0,31	8,5	6,96	1,25
20	NI6	Ni	0,78	0,41	0,53	0,56	0,52
21	NI7	Ni	0	0	0	0	0
22	NI8	Ni	0	1,42	0	1,36	0
23	GERD	Germacrène-D	3,58	6,29	7,49	8,56	0,68
24	ABZ	Acétate de Benzyle	7,28	2,8	3,32	3,26	0,25
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	10,32	7,56	10,56	6,89	6,32
26	NI9	Ni	0,49	0,33	6,57	8,12	0,58
27	NI10	Ni	0,14	0,34	0,61	0,36	0,63
28	NI11	Ni	0,1	0,22	0,09	0,05	1,36
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	1,94	3,77	2,16	3,26	2,36
30	CED	Cedrol	0,75	0,42	0,44	0,65	0,26
31	PACH	Pachoulène	0,5	0,55	0,39	0,54	0,58
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,37	0,6	0,08	0,08	0,58
33	MEU	Méthyl eugénol	0,22	0,23	0,2	0,6	0,33
34	CNER	Cis nérolidol	0,11	0,66	0,21	0,32	0,25
35	GLOB	Globulol	0,2	0,38	0,16	0,18	0,36
36	GEUD	$\gamma$ -eudesmol	0,17	0,2	0,08	0,14	0,14
37	CAD	$\delta$ ou T Cadinol	1,24	3,34	1,76	1,58	2,14
38	NI12	Ni	0,61	1,17	0,1	0,14	0,68
39	AEUD	$\alpha$ -eudesmol	0,87	0,58	0,41	0,66	0,98
40	NI13	Ni	0,31	2,3	0,15	0,13	0,35
41	BEUD	$\beta$ -eudesmol	1,46	0	0,72	0,74	1,26
42	NI13'	Ni	1,18	1,28	0,95	0,89	1,65
43	NI14	Ni	1,14	1,84	0,11	0,13	1,25



*Variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de Cedrelopsis grevei (Katrafay)*

44	NI15	Ni	0,68	1,54	1,04	1,58	0,36
45	NI16	Ni	1,63	0,47	0,44	0,58	1,89
46	NI17	Ni	0,47	1,73	0,87	0,99	0,68
47	NI18	Ni	1,64	3,6	1,34	2,36	2,36
48	NI19	Ni	0,97	2,32	0,55	0,59	0,98
49	NI20	Ni	2,6	2,1	1,24	1,56	3,21
50	NI21	Ni	0	6,79	1,15	1,45	0
51	NI22	Ni	0,91	0,56	0,58	0,98	0,96
52	NI23	Ni	0,25	0,26	0,47	0,68	0,15
53	NI24	Ni	7,87	2,45	0,35	0,23	8,56
54	NI25	Ni	1,91	1,7	0,89	0,35	2,31
55	NI26	Ni	0	0,95	0,36	0,1	0
56	NI27	Ni	2,19	0,66	1,61	1,66	1,1
57	NI28	Ni	0,22	0	0,51	0	0
58	NI29	Ni	2,41	1,39	2,4	2,36	2,35
59	NI30	Ni	4,87	8,21	2,85	3,25	4,68
60	NI31	Ni	0,67	1,04	3,17	2,15	0,21
61	NI32	Ni	2,55	1,37	0,88	0,99	0,21
62	NI33	Ni	1,07	1,05	0,56	0,56	0,3
63	NI34	Ni	0,62	1,21	0,63	0,56	0,25
64	NI35	Ni	1,1	0,43	0,81	0,15	0,23
65	NI36	Ni	1,71	0,18	0,97	0,89	0,12
66	NI37	Ni					
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Le tableau n° 16 suivant donne un aperçu du groupe des constituants des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* d'Antevamena.

**Tableau n° 16: Groupe des constituants des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* d'Antevamena.**

			ANTEVAMENA				
N°		Constituant	KANTSA 13	KANTSA 2	KANTSA 10	KANTSA 5	KANTSA 9
<b>MONOTERPENES</b>							
1	API	$\alpha$ -Pinène	0	0	0	0	0
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0	0	0	0	0
2	MYR	Myrcène	0	0	0	0	0
3	LIM	Limonène	0	0	0	0	0
Total non identifié			0,08	0	0,09	0	0,05
<b>TOTAL</b>			<b>0,08</b>	<b>0</b>	<b>0,09</b>	<b>0</b>	<b>0,05</b>
<b>SESQUITERPENES</b>							
5	YLG	Ylangène	1,09	1,36	0,4	0,36	1,89
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	4,96	3,17	3,83	5,36	5,26
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	0,31	1,39	1,19	1,56	0,36
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	0,54	0,95	1,23	0,65	0,56
14	AMAD	Aromadendrène	4,02	4,81	11,71	5,26	6,32
15	ALMAD	Alloaromadendrène	8,95	5,25	7,46	8,26	9,35
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	3,6	2,12	0,1	3,26	5,26
18	GMU	$\gamma$ -Muuroène	2,1	0,36	0,66	0,36	3,21
19	VIR	Viridiflorène	1,3	0,31	8,5	6,96	1,25
23	GERD	Germacrène-D	3,58	6,29	7,49	8,56	0,68
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	10,32	7,56	10,56	6,89	6,32
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	1,94	3,77	2,16	3,26	2,36
31	PACH	Pachoulène	0,5	0,55	0,39	0,54	0,58
Total non identifié			4,02	5,69	10,69	13,97	5,82
<b>TOTAL</b>			<b>47,23</b>	<b>43,58</b>	<b>66,37</b>	<b>65,25</b>	<b>49,22</b>
<b>PRODUITS OXYGENES</b>							
9	LIN	Linalol	0,34	0,23	0,25	0,25	0,36
12	TER	Terpinène 4-ol	0,1	0,38	0,93	0,98	8,98
24	ABZ	Acétate de Benzyle	7,28	2,8	3,32	3,26	0,25
30	CED	Cedrol	0,75	0,42	0,44	0,65	0,26
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,37	0,6	0,08	0,08	0,58
33	MEU	Méthyl eugénol	0,22	0,23	0,2	0,6	0,33
34	CNER	Cis nérolidol	0,11	0,66	0,21	0,32	0,25
35	GLOB	Globulol	0,2	0,38	0,16	0,18	0,36
36	GEUD	$\gamma$ -eudesmol	0,17	0,2	0,08	0,14	0,14
37	CAD	$\delta$ ou T Cadinol	1,24	3,34	1,76	1,58	2,14
39	AEUD	$\alpha$ -eudesmol	0,87	0,58	0,41	0,66	0,98
41	BEUD	$\beta$ -eudesmol	1,46	0	0,72	0,74	1,26
Total non identifié			39,58	46,6	24,98	25,31	34,84
<b>TOTAL</b>			<b>52,69</b>	<b>56,42</b>	<b>33,54</b>	<b>34,75</b>	<b>50,73</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

La CPG des échantillons d'huile essentielle d'Antevamena a permis de séparer 65 pics (tableau n° 15) représentant les hydrocarbures monoterpéniques, les hydrocarbures sesquiterpéniques ainsi que les produits oxygénés (tableau n° 16) :

- **Les hydrocarbures monoterpéniques:** Les monoterpènes représentent 0,00 % à 0,09 % de la composition chimique totale de l'huile essentielle d'Antevamena dont 0,00 % à 0,09 % sont non identifiés. Le NI 1 avec une teneur pouvant varier de 0,00 % à 0,09 % est le principal constituant monoterpénique de cette huile essentielle.
- **Les hydrocarbures sesquiterpéniques:** Les sesquiterpènes représentent 43,58 % à 66,37 % de l'ensemble des hydrocarbures dont 4,02% à 13,97 % sont non identifiés. Le  $\delta$ -Cadinène, avec une teneur pouvant varier de 6,32 % à 10,56 % représente le principal constituant sesquiterpénique.
- **Les produits oxygénés:** Les produits oxygénés représentent 33,54 % à 56,42 % de la composition chimique totale de l'huile essentielle provenant d'Antevamena dont 24,98 % à 46,60 % sont non identifiés. L'Acétate de benzyle est le principal produit oxygéné de l'huile essentielle d'Antevamena. Sa teneur peut varier de 0,25 % à 7,28 %.

*Variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de Cedrelopsis grevei (Katrafay)*

Le tableau n° 17 présente les teneurs minima, maxima, les moyennes et les écart – types des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* suivant la région de collecte.

**Tableau n°17: Teneurs minima, maxima, les moyennes et les écart – types des échantillons d'huile essentielle de Cedrelopsis grevei suivant la région de collecte.**

N°		constituant	ANKARAFANTSIKA				ANTSALOVA				SAKARAH				BELO				ANTEVAMENA			
			MOY	MIN	MAX	ET	MOY	MIN	MAX	ET	MOY	MIN	MAX	ET	MOY	MIN	MAX	ET	MOY	MIN	MAX	ET
1	API	$\alpha$ -Pinène	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1,51	0,25	2,92	1,20	0,03	0	0,15	1,20	0,00	0	0	0,00
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,13	0	0,32	0,14	0,00	0	0	0,14	0,00	0	0	0,00
2	MYR	Myrcène	0	0	0	0	0,06	0	0	0,00	0,93	0	0,29	1,14	0,00	0	0	1,14	0,00	0	0	0,00
3	LIM	Limonène	0	0	0	0	0,10	0	0,02	0,04	1,02	0	2,17	1,05	0,10	0	0,36	1,05	0,00	0	0	0,00
4	NI1	Ni	0	0	0	0	0,12	0	0,07	0,04	0,23	0	0,42	0,16	0,32	0	0,81	0,16	0,04	0	0,09	0,04
5	YLG	Ylangène	1,88	1,57	2,46	0,36	3,05	1,75	4,44	1,19	0,13	0	0,33	0,12	0,12	0	0,35	0,12	1,02	0,36	1,89	0,65
6	NI2	Ni	1,14	0,93	1,3	0,17	0,78	0	0,87	0,43	0,14	0	0,22	0,09	0,00	0	0	0,09	0,30	0,05	0,63	0,24
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	0,60	0,45	0,9	0,18	9,21	5,89	11,87	2,76	1,07	0,6	1,61	0,46	0,53	0,31	1,06	0,46	4,52	2,17	5,36	0,97
8	NI3	Ni	0,02	0	0,1	0,04	0,89	0,11	0,37	0,12	0,43	0,09	0,66	0,27	0,24	0	0,49	0,27	0,15	0,08	0,36	0,12
9	LIN	Linalol	0	0	0	0	0,26	0,2	0,3	0,04	0,72	0	0,89	0,17	0,96	0,35	2,4	0,17	0,29	0,23	0,36	0,06
10	NI4	Ni	0,02	0	0,09	0,04	0,76	0,47	0,89	0,22	0,57	0	1,47	0,55	0,76	0,35	0,96	0,55	0,18	0,12	0,29	0,07
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	7,91	5,07	9,58	1,71	0,50	0,16	0,78	0,31	0,56	0,18	1,79	0,69	0,21	0	0,41	0,69	0,96	0,31	1,56	0,59
12	TER	Terpinène 4-ol	0	0	0	0,00	0,65	0,13	1,35	0,60	0,25	0	0,56	0,22	0,21	0	0,96	0,22	2,27	0,1	8,98	3,77
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	0,05	0	0,23	0,10	0,53	0,36	0,75	0,18	1,69	0,64	3,06	1,05	0,08	0	0,16	1,05	0,79	0,54	1,23	0,30
14	AMAD	Aromadendrène	0,14	0	0,59	0,26	<b>10,65</b>	1,67	18,25	<b>7,78</b>	0,77	0,19	2,28	<b>0,85</b>	0,37	0	0,87	<b>0,85</b>	6,42	4,02	11,71	3,07
15	ALMAD	Alloaromadendrène	1,39	0	2,28	0,96	<b>9,86</b>	2,93	16,32	5,94	5,66	0,09	4,11	1,72	0,86	0,55	1,08	1,72	7,85	0,7	9,35	1,62
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	3,24	2,89	3,85	0,36	2,95	1,3	4,26	1,28	0,70	0,07	1,56	0,55	0,49	0,24	1,26	0,55	2,87	0,1	5,26	1,91
17	NI5	Ni	2,29	1,99	2,56	0,23	0,97	0,12	1,91	<b>0,86</b>	0,80	0,14	2,05	0,81	0,67	0,15	1,14	0,81	2,29	1,56	3,26	0,66
18	GMU	$\gamma$ -Muuroflène	2,48	2,2	2,96	0,30	1,16	0,11	2,05	0,95	3,69	2,04	5,33	1,33	1,38	0,51	2,16	1,33	1,34	0,36	3,21	1,27
19	VIR	Viridiflorène	1,41	0,94	1,89	0,39	1,59	0	3,29	1,32	0,32	0,17	0,66	0,20	0,28	0	0,83	0,20	3,66	0,31	8,5	3,77
20	NI6	Ni	0,66	0,4	0,87	0,18	1,27	0,36	0,89	0,20	0,42	0,19	0,9	0,30	1,11	0,33	2,67	0,30	0,56	0,41	0,78	0,14
21	NI7	Ni	0,49	0,25	0,75	0,18	0,97	0,76	1,25	0,19	0,49	0,1	0,49	0,40	0,95	0,58	1,16	0,40	0,00	0	0	0,00
22	NI8	Ni	0,46	0	0,5	0,20	0,22	0	0,52	0,23	0,69	0,1	1,09	0,45	0,67	0,2	1,79	0,45	0,56	0	1,42	0,76
23	GERD	Germacrène-D	7,10	6,56	7,89	0,62	<b>11,40</b>	7,51	14,34	2,92	0,28	0	0,98	0,41	0,46	0,09	1,53	0,41	5,32	0,58	8,56	3,19
24	ABZ	Acétate de Benzyle	3,53	2,96	3,91	0,41	6,43	2,09	9,22	2,98	1,69	1,3	3,24	1,07	2,26	1,6	2,79	1,07	3,38	0,25	7,28	2,52
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	3,81	3,25	4,12	0,33	2,41	0	3,29	1,47	0,12	0	0,32	0,14	0,19	0	0,47	0,14	<b>8,33</b>	2,65	6,89	1,98
26	NI9	Ni	0,94	0,25	0,67	0,16	1,33	0,05	2,89	1,23	1,15	0	3,36	1,36	0,01	0	0,05	1,36	3,22	0,33	8,12	3,81
27	NI10	Ni	0,79	0,23	0,84	0,24	0,35	0,21	0,5	0,11	0,40	0	0,54	0,26	0,00	0	0	0,26	0,42	0,14	0,61	0,21
28	NI11	Ni	0,50	0,12	0,58	0,17	0,31	0	0,56	0,22	0,16	0	0,26	0,11	0,00	0	0	0,11	0,36	0,05	1,36	0,56
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	1,87	1,57	2,41	0,35	1,33	0,35	3,33	1,31	1,31	0,54	1,93	0,55	0,45	0,22	0,94	0,55	2,70	1,94	3,77	0,78
30	CED	Cedrol	0,68	0,56	0,89	0,13	0,63	0,47	0,84	0,16	0,53	0,11	0,94	0,35	0,44	0	1,14	0,35	0,50	0,26	0,75	0,20

*Variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de Cedrelopsis grevei (Katrafay)*

31	PACH	Patchoulène	0,77	0,59	0,99	0,16	0,81	0,17	1,12	0,38	0,55	0,27	0,88	0,22	0,23	0,11	0,33	0,22	0,51	0,39	0,58	0,07
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,54	0,47	0,61	0,05	0,80	0,21	1,56	0,66	1,46	0,4	3,36	1,20	0,57	0,11	0,89	1,20	0,34	0,08	0,6	0,26
33	MEU	Méthyl eugénol	0,32	0,21	0,51	0,12	0,89	0,44	1,6	0,50	0,30	0	0,45	0,18	0,47	0,36	0,75	0,18	0,32	0,2	0,6	0,17
34	CNER	Cis nérolidol	0,32	0,25	0,35	0,04	0,44	0,23	0,76	0,20	1,15	0,25	4,55	1,90	0,25	0	0,42	1,90	0,31	0,11	0,66	0,21
35	GLOB	Globulol	0,21	0,15	0,31	0,07	0,97	0,47	2,1	0,69	0,26	0	0,55	0,20	0,94	0,34	1,54	0,20	0,26	0,16	0,38	0,11
36	GEUD	γ-eudesmol	0,16	0,11	0,21	0,05	0,61	0,16	0,98	0,30	0,52	0	0,5	0,50	0,55	0,13	0,96	0,50	0,15	0,08	0,2	0,04
37	CAD	δ ou T Cadinol	0,34	0,21	0,68	0,20	1,39	0,1	2,77	0,97	2,29	0,4	4,66	1,58	4,40	1,87	4,24	1,58	2,01	1,24	3,34	0,81
38	NI12	Ni	0,45	0,16	0,35	0,08	0,81	0	1,65	0,80	0,55	0	0,51	0,33	0,45	0	0,77	0,33	0,54	0,1	1,17	0,44
39	AEUD	α-eudesmol	0,27	0,12	0,58	0,19	1,18	0,91	1,32	0,17	1,54	0,71	3,97	1,27	0,85	0,13	2,07	1,27	0,70	0,41	0,98	0,23
40	NI13	Ni	0,77	0,11	0,48	0,16	0,48	0,22	1,55	0,59	0,31	0	0,44	0,09	0,41	0	1,08	0,09	0,65	0,13	2,3	0,93
41	BEUD	β-eudesmol	0,37	0,25	0,54	0,11	1,76	0,39	3,23	1,31	1,59	0	2,71	0,90	2,68	1,37	4,01	0,90	0,84	0	1,46	0,57
42	NI13'	Ni	0,74	0,47	0,89	0,17	0,99	0,52	1,55	0,47	0,55	0	0,71	0,15	0,63	0,15	1,49	0,15	1,19	0,89	1,65	0,30
43	NI14	Ni	0,74	0,56	0,89	0,13	0,91	0,52	1,27	0,31	0,90	0,28	1,27	0,39	0,80	0,08	1,17	0,39	0,89	0,11	1,84	0,76
44	NI15	Ni	1,63	0,94	1,89	0,41	1,24	0,73	1,35	0,26	2,39	0,4	3,14	1,50	1,25	0,28	2,21	1,50	1,04	0,36	1,58	0,53
45	NI16	Ni	1,86	1,23	2,45	0,59	1,09	0,26	1,29	0,47	0,43	0,32	0,56	0,11	0,64	0,23	1,01	0,11	1,00	0,44	1,89	0,70
46	NI17	Ni	0,72	0,25	1,04	0,32	0,79	0,12	1,16	0,49	1,18	0,15	1,81	0,43	1,19	0,6	1,58	0,43	0,95	0,47	1,73	0,48
47	NI18	Ni	4,82	3,86	5,69	0,77	1,15	0,12	2,31	0,98	5,08	3,8	6,76	1,15	5,37	1,77	7,97	1,15	2,26	1,34	3,6	0,87
48	NI19	Ni	2,49	2,15	3,01	0,36	0,69	0,36	1,03	0,29	<b>6,02</b>	4,19	8,78	1,85	<b>4,85</b>	2,85	6,58	1,85	1,08	0,55	2,32	0,72
49	NI20	Ni	<b>8,46</b>	7,01	9,92	1,20	1,42	0,71	2,34	0,65	4,67	1,47	7,43	2,15	2,62	0	4,19	2,15	2,14	1,24	3,21	0,79
50	NI21	Ni	1,41	1,32	1,54	0,10	0,94	0	0,55	0,24	1,41	0	1,57	0,74	1,29	1,01	2,66	0,74	1,88	0	6,79	2,82
51	NI22	Ni	4,31	3,41	5,23	0,66	0,32	0,1	0,69	0,23	1,01	0,37	0,72	0,54	0,75	0,01	1,26	0,54	0,80	0	0,96	0,21
52	NI23	Ni	0,87	0,48	1,14	0,24	0,74	0,01	1,37	0,59	1,26	0,36	1,57	0,32	1,89	0,54	2,81	0,32	0,36	0	0,1	0,21
53	NI24	Ni	2,58	2,13	3,45	0,52	1,05	0,92	1,33	0,16	1,13	0,28	1,25	0,14	1,26	0,7	1,55	0,14	3,89	0,35	7,87	4,05
54	NI25	Ni	3,5	2,92	4,23	0,52	0,64	0,13	1,56	0,67	1,15	0,12	1,49	0,84	2,19	0,55	2,91	0,84	1,43	0,78	2,31	0,80
55	NI26	Ni	1,27	1,02	1,56	0,20	0,91	0,45	1,06	0,26	1,24	0,87	1,23	0,42	2,09	0	3,33	0,42	0,28	0	0,95	0,40
56	NI27	Ni	1,04	0,25	0,96	0,34	0,65	0,2	1,59	0,53	1,47	0,78	1,64	0,27	1,54	0,59	2,24	0,27	1,44	0,66	2,19	0,58
57	NI28	Ni	1,29	0,97	1,89	0,38	0,53	0,23	1,62	0,57	0,87	0,26	1,07	0,53	0,89	0,5	1,68	0,53	0,15	0	0,51	0,22
58	NI29	Ni	4,11	3,08	5,21	0,77	1,43	1,19	1,87	0,27	<b>20,96</b>	13,48	27,8	3,96	<b>27,73</b>	12,3	23,58	3,96	2,18	1,39	2,41	0,44
59	NI30	Ni	0,50	0,12	0,57	0,19	0,84	0,28	2,25	0,84	2,18	0,37	2,94	0,87	<b>7,09</b>	2,83	6,15	0,87	4,77	2,85	8,21	2,11
60	NI31	Ni	3,78	2,89	4,89	0,76	0,21	0,14	0,25	0,04	<b>3,68</b>	1,98	6,02	1,69	<b>3,25</b>	1,37	5,01	1,69	1,45	0,21	3,17	1,20
61	NI32	Ni	2,33	1,72	2,56	0,53	0,45	0,2	0,68	0,18	1,27	0,27	0,92	0,82	0,93	0,4	1,09	0,82	1,20	0,21	2,55	0,86
62	NI33	Ni	0,83	0,23	1,23	0,46	0,33	0,12	0,54	0,17	1,37	0,34	0,79	0,60	1,57	0,32	3,15	0,60	0,71	0,3	1,05	0,34
63	NI34	Ni	1,32	0,26	1,67	0,60	0,29	0,13	0,45	0,14	1,25	0,27	0,75	0,56	0,93	0,21	1,82	0,56	0,65	0,25	1,21	0,35
64	NI35	Ni	0,64	0,13	0,67	0,26	0,89	0,22	2,17	0,82	1,60	0,45	1,84	0,27	1,73	0,35	2,42	0,27	0,54	0,11	1,1	0,40
65	NI36	Ni	0,82	0,2	0,56	0,13	0,6	0,12	0,34	0,15	1,30	0,18	0,36	0,07	1,56	0,37	3,18	0,07	0,77	0,12	0,97	0,65

D'après ce tableau n° 17, les huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* présentent une variation de la composition chimique suivant la région de collecte.

Une teneur élevée en NI 20 (8,46 %) est observée pour l'huile essentielle provenant d'Ankarafantsika; le Germacrène – D (11,40 %), l'Aromadendrène (10,65 %) et l'Alloaromadendrène (9,86 %) occupent une place importante dans les huiles essentielles d'Antsalova.

Par ailleurs, le NI 29 est le composant majoritaire des huiles essentielles provenant de Sakaraha et de Belo, respectivement de 20,19 % et 27,73 %. Les différenciations entre ces deux régions se font sur la teneur élevée en NI 31 (3,68 %) pour Sakaraha et NI 30 (7,09 %) pour Belo.

En outre, les huiles essentielles d'Antevamena sont caractérisées par la forte teneur en  $\delta$ -Cadinène (8,33 %).

Les moyennes et les écart-types des constituants pour les 25 échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* sont donnés dans le tableau n° 18 suivant.

**Tableau n° 18: Moyennes et écart – types des constituants pour les 25 échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei*.**

N°	code	constituant	MOY	ET
1	API	$\alpha$ -Pinène	0,31	0,6712
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0,03	0,0590
2	MYR	Myrcène	0,20	0,4084
3	LIM	Limonène	0,25	0,4383
4	NI1	Ni	0,14	0,1318
5	YLG	Ylangène	1,24	1,2477
6	NI2	Ni	0,47	0,4742
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	3,18	3,7524
8	NI3	Ni	0,35	0,3397
9	LIN	Linalol	0,44	0,3856
10	NI4	Ni	0,46	0,3427
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	2,03	3,2969
12	TER	Terpinène 4-ol	0,68	0,9228
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	0,63	0,6690
14	AMAD	Aromadendrène	3,67	<b>4,6932</b>
15	ALMAD	Alloaromadendrène	5,12	<b>3,9475</b>
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	2,05	1,3366
17	NI5	Ni	1,41	0,8154
18	GMU	$\gamma$ -Muuroène	2,01	1,0733
19	VIR	Viridiflorène	1,45	1,3746
20	NI6	Ni	0,80	0,3692
21	NI7	Ni	0,58	0,3994
22	NI8	Ni	0,52	0,1917
23	GERD	Germacrène-D	4,91	<b>4,6998</b>
24	ABZ	Acétate de Benzyle	3,46	1,8305
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	2,97	<b>3,3764</b>
26	NI9	Ni	1,33	1,1719
27	NI10	Ni	0,39	0,2811

28	NI11	Ni	0,27	0,1936
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	1,53	0,8270
30	CED	Cedrol	0,56	0,0995
31	PACH	Patchoulène	0,58	0,2333
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,74	0,4343
33	MEU	Méthyl eugénol	0,46	0,2513
34	CNER	Cis nérolidol	0,49	0,3711
35	GLOB	Globulol	0,53	0,3917
36	GEUD	$\gamma$ -eudesmol	0,40	0,2248
37	CAD	$\delta$ ou T Cadinol	2,09	1,4937
38	NI12	Ni	0,56	0,1461
39	AEUD	$\alpha$ -eudesmol	0,91	0,4848
40	NI13	Ni	0,52	0,1821
41	BEUD	$\beta$ -eudesmol	1,45	0,8928
42	NI13'	Ni	0,82	0,2651
43	NI14	Ni	0,85	0,0750
44	NI15	Ni	1,51	0,5373
45	NI16	Ni	1,00	0,5492
46	NI17	Ni	0,97	0,2181
47	NI18	Ni	3,74	1,9048
48	NI19	Ni	3,03	2,3364
49	NI20	Ni	3,86	<b>2,8400</b>
50	NI21	Ni	1,39	0,3365
51	NI22	Ni	1,44	1,6238
52	NI23	Ni	1,02	0,5809
53	NI24	Ni	1,98	1,2381
54	NI25	Ni	1,78	1,1119
55	NI26	Ni	1,16	0,6552
56	NI27	Ni	1,23	0,3774
57	NI28	Ni	0,74	0,4290
58	NI29	Ni	11,28	<b>12,2014</b>
59	NI30	Ni	3,08	2,8019
60	NI31	Ni	2,47	1,5771
61	NI32	Ni	1,24	0,6920
62	NI33	Ni	0,96	0,5062
63	NI34	Ni	0,89	0,4268
64	NI35	Ni	1,08	0,5482
65	NI36	Ni	1,01	0,4009

La présence d'écart – type élevé pour certains variables montre qu'il y a une forte dispersion de la population pour les constituants considérés. Par conséquent, une variation probable des individus doit être observée.

Plus particulièrement, pour le l'Aromadendrène, Alloaromadendrène, Germacrène – D,  $\delta$ -Cadinène, NI 20 et NI 29, ils ont une teneur respectivement de  $3,67 \pm 4,6932$ ; de  $5,12 \pm 3,9475$ ; de  $4,91 \pm 4,6998$ ; de  $2,97 \pm 3,3764$ ; de  $3,86 \pm 2,8400$ ; et de  $11,28 \pm 12,2014$ .

Les tableaux n° 17 et n° 18 montrent déjà une esquisse de la variation de la composition chimique des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* suivant la région de collecte. En effet, pour mettre en évidence cette variabilité des analyses statistiques des données s'avèrent indispensable.

## II. COMPOSITION CHIMIQUE DES CONCRETES DE *CEDRELOPSIS GREVEI*

La CPG des concrètes de *Cedrelopsis grevei* a permis de séparer 65 constituants dont 29 ont été identifiés. Les 36 constituants non identifiés sont codés et numérotés provisoirement de NI 1 à NI 36.

La figure n° 16 et n° 17 représentent les profils chromatographiques des échantillons de concrètes de *Cedrelopsis grevei* de Sakaraha et d'Antsalova

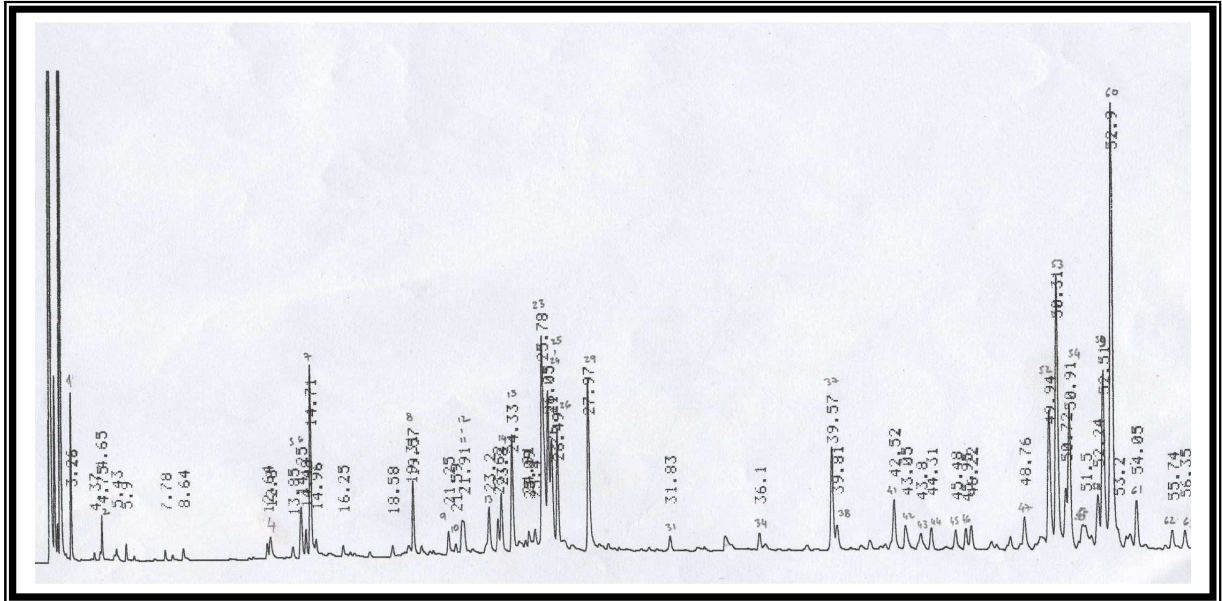


Figure n° 16: Profil chromatographique de concrète de Sakaraha

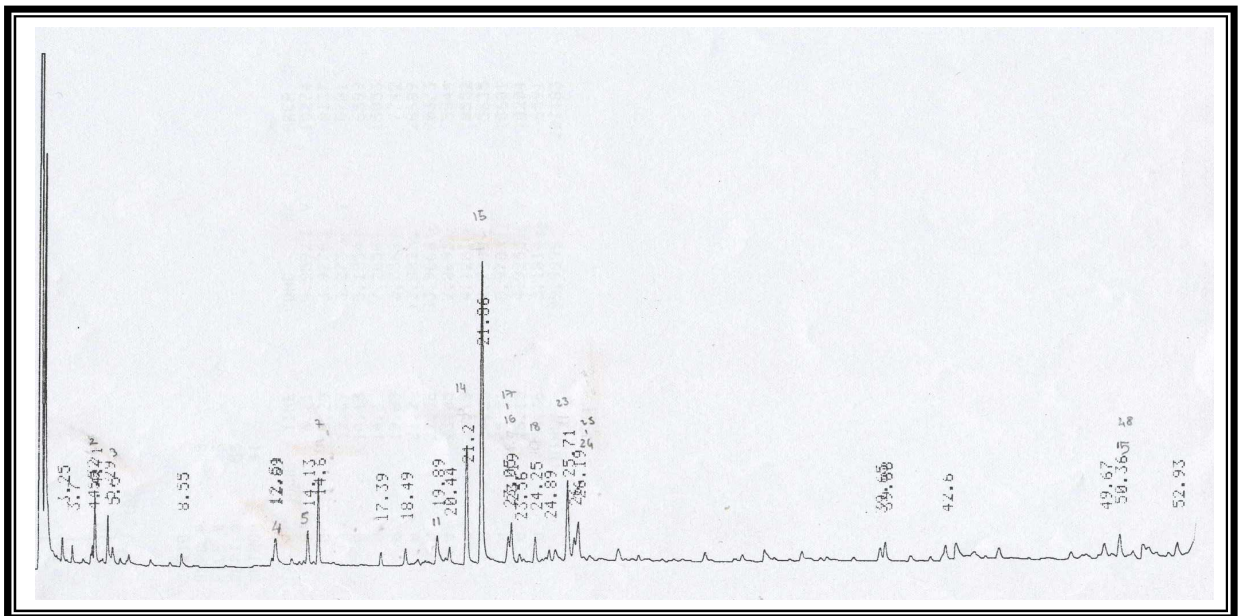


Figure n° 17: Profil chromatographique de concrète d'Antsalova



**II.1. Composition chimique des concrètes de Cedrelopsis grevei de Sakaraha et d' Antsalova.**

**Tableau n° 19: Composition chimique des concrètes de Cedrelopsis grevei de Sakaraha et d' Antsalova.**

N°	Constituant	SAKARAH			ANTSALOVA		
		A12	A3	P14	CGA3	CGA11	CGA1
1	$\alpha$ -Pinène	2,15	2,13	0,72	0,73	0,56	0,87
1'	$\beta$ -Pinène	0,12	0,13	0,15	1,18	0,98	0,65
2	Myrcène	0,59	0,41	0,72	1,87	1,25	1,2
3	Limonène	0,14	0,11	0,19	3,6	2,14	3,14
4	Ni	0,6	0,41	1,01	0,62	0,58	0,1
5	Ylangène	0,9	1,39	1,34	0,42	0,58	0,89
6	Ni	1,3	0,63	0,57	1,92	2,1	2,21
7	$\alpha$ -Copaène	4,25	4,24	4,08	4,88	5,29	4,25
8	Ni	1,76	0,99	0,98	0,42	0,55	0,32
9	Linalol	0	0,57	0,58	0,41	0,54	0,12
10	Ni	0,1	0	0	0,85	1,02	0,36
11	$\beta$ -Caryophyllène	1,53	0,77	1,57	0,68	0,65	0,63
12	Terpinène 4-ol	0	0,68	0,8	0,34	0,25	0,1
13	Cis $\beta$ -farnésène	1,01	0,29	0,84	1,22	1,56	1,89
14	Aromadendrène	1,48	1,53	1,63	8,96	9,65	10,56
15	Alloaromadendrène	2,94	3,08	3,47	23,49	20,54	24,46
16	$\alpha$ -Humulène	0,23	0,34	0	2,21	3,42	2,87
17	Ni	0,12	0,28	0	4,01	3,07	4,13
18	$\gamma$ -Muuroène	0,45	0,43	0	2,02	2,94	2,72
19	Viridiflorène	0,12	0	0	1,31	1,56	0,89
20	Ni	0	0	0	0,58	0,44	0,56
21	Ni	0	0	0	0,25	0,21	0,12
22	Ni	0	0	0	0,56	0,45	0,31
23	Germacrène-D	7,84	7,72	8,67	6,45	5,35	6,43
24	Acétate de Benzyle	4,13	3,52	4,11	1,86	2,36	1,16
25	$\delta$ -Cadinène	3,06	2,86	3,12	3,71	3,58	2,98
26	Ni	2,67	2,52	2,85	0,55	0,45	0,56
27	Ni	0	0	0	0,47	0,58	0,85
28	Ni	0	0	0	0,24	0,12	0,13
29	$\gamma$ -Cadinène	4,92	4,22	4,03	2,1	3,41	3,1
30	Cedrol	0	0,12	0,13	0,31	0,25	0,21
31	Pachoulène	0	0,39	0,46	0,49	0,56	0,46
32	Epo de Caryophyllène	0	0	0	0,41	0,84	0,3
33	Méthyl eugénol	0	0	0	0,87	0,56	0,14
34	Cis nérolidol	0	0,46	0,56	0,78	0,47	0,12
35	Globulol	0	0	0	0,98	1,05	0,87
36	$\gamma$ -eudesmol	0	0	0	0,32	0,25	0,21
37	$\delta$ ou T Cadinol	3,18	2,36	1,38	1,09	1,1	1,05
38	Ni	0,7	0,82	0,82	0,23	0,24	0,15
39	$\alpha$ -eudesmol	0	0,82	0,56	0,37	0,42	0,41
40	Ni	0	0,43	0	1,23	1,36	1,09
41	$\beta$ -eudesmol	0	1,94	1,38	1,11	1,15	1,15
42	Ni	1,37	0,78	0,91	0,14	0,16	0,09
43	Ni	0,86	0,79	0,68	0,11	0,14	0,12
44	Ni	0	0,59	0,55	0,71	0,81	0,61
45	Ni	0,68	0,43	0	0,51	0,65	0,45
46	Ni	0,8	0,48	0,98	0,36	0,24	0,23
47	Ni	0,94	0,52	0,56	0,64	0,71	0,36
48	Ni	0,25	1,01	0,12	1,01	2,1	1,14
49	Ni	0	0	0	0,25	0,36	0,21
50	Ni	0	0	0	0,36	0,21	0,15
51	Ni	0,14	2,03	0	0,45	0,58	0,26

*Variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de Cedrelopsis grevei (Katrafay)*

52	Ni	4,86	5,28	4,14	0,12	0,1	0,15
53	Ni	9,31	7,73	9,07	1,03	0,87	0,68
54	Ni	4,98	1,51	3,96	2,31	1,98	1,26
55	Ni	1,04	4,19	1,23	0,42	0,32	0,35
56	Ni	0,23	1,34	0	0,47	0,57	0,48
57	Ni	0,12	0,48	0,48	0,88	0,89	0,76
58	Ni	1,72	1,73	1,84	1,41	1,48	1,21
59	Ni	6,35	5,5	6,04	0,24	0,1	0,9
60	Ni	16,69	15,16	18,07	0,13	0,9	0,12
61	Ni	1,53	1,48	1,5	0,12	0,14	0,11
62	Ni	0,59	0,96	1,06	0,25	0,34	0,21
63	Ni	0,78	1	1,18	0,6	0,76	0,36
64	Ni	0,12	0,16	0,78	0,58	0,48	0,23
65	Ni	0,1	0,26	0,13	0,56	0,49	0,14
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Le tableau n° 20 suivant résume le groupe des constituants des concrètes de *Cedrelopsis grevei* de Sakaraha et d'Antsalova.

**Tableau n° 20: Groupe des constituants des concrètes de *Cedrelopsis grevei* de Sakaraha et d'Antsalova.**

N°	Constituant	SAKARAHA			ANTSALOVA		
		A12	A3	P14	CGA3	CGA11	CGA1
<b>MONOTERPENES</b>							
1	$\alpha$ -Pinène	2,15	2,13	0,72	0,73	0,56	0,87
1'	$\beta$ -Pinène	0,12	0,13	0,15	1,18	0,98	0,65
2	Myrcène	0,59	0,41	0,72	1,87	1,25	1,2
3	Limonène	0,14	0,11	0,19	3,6	2,14	3,14
Total non identifié		0,6	0,41	1,01	0,62	0,58	0,1
<b>TOTAL</b>		<b>3,6</b>	<b>3,19</b>	<b>2,79</b>	<b>8</b>	<b>5,51</b>	<b>5,96</b>
<b>SESQUITERPENES</b>							
5	Ylangène	0,9	1,39	1,34	0,42	0,58	0,89
7	$\alpha$ -Copaène	4,25	4,24	4,08	4,88	5,29	4,25
11	$\beta$ -Caryophyllène	1,53	0,77	1,57	0,68	0,65	0,63
13	Cis $\beta$ -farnésène	1,01	0,29	0,84	1,22	1,56	1,89
14	Aromadendrène	1,48	1,53	1,63	8,96	9,65	10,56
15	Alloaromadendrène	2,94	3,08	3,47	23,49	20,54	24,46
16	$\alpha$ -Humulène	0,23	0,34	0	2,21	3,42	2,87
18	$\gamma$ -Murolène	0,45	0,43	0	2,02	2,94	2,72
19	Viridiflorène	0,12	0	0	1,31	1,56	0,89
23	Germacrène-D	7,84	7,72	8,67	6,45	5,35	6,43
25	$\delta$ -Cadinène	3,06	2,86	3,12	3,71	3,58	2,98
29	$\gamma$ -Cadinène	4,92	4,22	4,03	2,1	3,41	3,1
31	Pachoulène	0	0,39	0,46	0,49	0,56	0,46
Total non identifié		5,95	4,42	4,4	9,85	8,99	9,55
<b>TOTAL</b>		<b>34,68</b>	<b>31,68</b>	<b>33,61</b>	<b>67,79</b>	<b>68,08</b>	<b>71,68</b>
<b>PRODUITS OXYGENES</b>							
9	Linalol	0	0,57	0,58	0,41	0,54	0,12
12	Terpinène 4-ol	0	0,68	0,8	0,34	0,25	0,1
24	Acétate de Benzyle	4,13	3,52	4,11	1,86	2,36	1,16
30	Cedrol	0	0,12	0,13	0,31	0,25	0,21
32	Epo de Caryophyllène	0	0	0	0,41	0,84	0,3
33	Méthyl eugénol	0	0	0	0,87	0,56	0,14
34	Cis nérolidol	0	0,46	0,56	0,78	0,47	0,12
35	Globulol	0	0	0	0,98	1,05	0,87
36	$\gamma$ -eudesmol	0	0	0	0,32	0,25	0,21
37	$\delta$ ou T Cadinol	3,18	2,36	1,38	1,09	1,1	1,05
39	$\alpha$ -eudesmol	0	0,82	0,56	0,37	0,42	0,41
41	$\beta$ -eudesmol	0	1,94	1,38	1,11	1,15	1,15
Total non identifié		54,16	54,66	54,11	15,12	16,98	11,82
<b>TOTAL</b>		<b>61,72</b>	<b>65,13</b>	<b>63,6</b>	<b>24,21</b>	<b>26,41</b>	<b>17,76</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Le tableau n° 19 montre une liste de 65 constituants séparés par CPG dont 29 ont été identifiés:

**Les monoterpènes:** Les monoterpènes représentent 3,19 à 6,49 % pour les deux sites, L'  $\alpha$ -Pinène (1,67 %) est majoritaire pour les échantillons de Sakaraha et le Limonène (2,96 %) pour les échantillons d'Antsalova.

**Les sesquiterpènes:** Les sesquiterpènes représentent 33,32 à 69,19 %, Le Germacrène D (8,08 %) est majoritaire pour les échantillons de Sakaraha et l'Alloaromadendrène (22,83 %) pour Antsalova.

**Les produits oxygénés:** Les produits oxygénés représentent 22,79 % à 63,48 % des hydrocarbures, Les échantillons de Sakaraha présentent une forte teneur en NI 31 (16,64 %), Pour les échantillons d'Antsalova, l'Acétate de Benzyle (1,79 %) est majoritaire.

## **II.2. Comparaison entre la composition chimique moyenne des huiles essentielles et concrètes de *Cedrelopsis grevei*.**

Le tableau n° 21 suivant montre une comparaison entre la composition chimique moyenne des huiles essentielles et concrètes de *Cedrelopsis grevei*.

**Tableau n° 21: Comparaison entre la composition chimique moyenne des huiles essentielles et concrètes de *Cedrelopsis grevei*.**

N°		constituant	Huile essentielle			Concrète		
			MOY	MIN	MAX	MOY	MIN	MAX
1	API	$\alpha$ -Pinène	0,94	0	2,92	1,19	0,56	2,15
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0,06	0	0,17	0,54	0,12	1,18
2	MYR	Myrcène	0,72	0	2,17	1,01	0,41	1,87
3	LIM	Limonène	0,45	0	2,17	1,55	0,11	3,6
4	NI1	Ni	0,09	0	0,22	0,55	0,1	1,01
5	YLG	Ylangène	1,75	0	4,44	0,92	0,42	1,39
6	NI2	Ni	0,06	0	0,22	1,46	0,57	2,21
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	5,98	0,6	11,87	4,50	4,08	5,29
8	NI3	Ni	0,36	0,09	0,67	0,84	0,32	1,76
9	LIN	Linalol	0,46	0,25	0,89	0,37	0	0,58
10	NI4	Ni	0,55	0	0,97	0,39	0	1,02
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	0,29	0,18	0,57	0,97	0,63	1,57
12	TER	Terpinène 4-ol	0,16	0	0,35	0,36	0	0,8
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	1,06	0,39	2,35	1,14	0,29	1,89
14	AMAD	Aromadendrène	3,13	0,42	12,73	5,64	1,48	10,56
15	ALMAD	Alloaromadendrène	4,62	0,09	12,63	<b>13,00</b>	2,94	24,46
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	1,58	0,66	3,24	1,51	0	3,42
17	NI5	Ni	1,33	0,16	1,91	1,94	0	4,13
18	GMU	$\gamma$ -Muuroène	2,77	1,69	4,35	1,43	0	2,94
19	VIR	Viridiflorène	0,48	0	1,05	0,65	0	1,56
20	NI6	Ni	0,63	0,27	0,9	0,26	0	0,58
21	NI7	Ni	0,59	0,1	0,91	0,10	0	0,25
22	NI8	Ni	0,59	0	1,09	0,22	0	0,56
23	GERD	Germacrène-D	6,09	0	14,34	7,08	5,35	8,67
24	ABZ	Acétate de Benzyle	4,57	1,81	9,22	2,86	1,16	4,13
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	0,60	0	3,29	3,22	2,86	3,58
26	NI9	Ni	0,40	0	0,94	1,60	0,45	2,85
27	NI10	Ni	0,33	0	0,59	0,32	0	0,85
28	NI11	Ni	0,10	0	0,26	0,08	0	0,24

*Variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de Cedrelopsis grevei (Katrafay)*

29	GCAD	γ-Cadinène	1,78	0,35	3,33	3,63	2,1	4,92
30	CED	Cedrol	0,58	0,11	0,94	0,17	0	0,31
31	PACH	Patchoulène	0,85	0,47	1,12	0,39	0	0,56
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,51	0,21	1,11	0,26	0	0,84
33	MEU	Méthyl eugénol	0,41	0	0,72	0,26	0	0,87
34	CNER	Cis nérolidol	1,13	0,38	4,55	0,40	0	0,78
35	GLOB	Globulol	0,35	0	0,53	0,48	0	1,05
36	GEUD	γ-eudesmol	0,45	0	0,98	0,13	0	0,32
37	CAD	δ ou T Cadinol	2,23	0,1	4,66	1,69	1,09	3,18
38	NI12	Ni	0,26	0	0,91	0,49	0,15	0,82
39	AEUD	α-eudesmol	1,03	0,71	1,32	0,43	0	0,82
40	NI13	Ni	0,33	0,22	0,44	0,69	0	1,36
41	BEUD	β-eudesmol	2,33	1,33	3,23	1,12	0	1,94
42	NI13'	Ni	0,91	0,34	1,55	0,58	0,09	1,37
43	NI14	Ni	1,05	0,89	1,27	0,45	0,11	0,86
44	NI15	Ni	1,66	0,73	2,2	0,55	0	0,81
45	NI16	Ni	0,39	0,26	0,56	0,45	0	0,68
46	NI17	Ni	1,00	0,12	1,81	0,52	0,23	0,98
47	NI18	Ni	3,27	1,18	5,61	0,62	0,36	0,94
48	NI19	Ni	3,60	0,79	8,78	0,94	0,12	1,14
49	NI20	Ni	3,43	0,71	7,34	0,14	0	0,36
50	NI21	Ni	1,01	0	2,36	0,12	0	0,36
51	NI22	Ni	0,74	0,18	1,43	0,58	0	2,03
52	NI23	Ni	1,24	0,89	1,57	2,44	0,1	5,28
53	NI24	Ni	1,01	0,92	1,07	4,78	0,68	9,31
54	NI25	Ni	1,06	0,12	1,56	2,67	1,26	4,89
55	NI26	Ni	1,18	0,87	1,94	1,26	0,32	4,19
56	NI27	Ni	0,93	0,2	1,45	0,52	0,23	1,34
57	NI28	Ni	0,88	0,53	1,62	0,60	0,12	0,89
58	NI29	Ni	<b>10,67</b>	1,19	20,45	1,57	1,21	1,84
59	NI30	Ni	1,85	0,34	2,94	3,19	0,1	6,35
60	NI31	Ni	2,08	0,2	6,02	8,51	0,12	18,07
61	NI32	Ni	0,61	0,2	1,89	0,81	0,11	1,53
62	NI33	Ni	0,79	0,28	1,78	0,57	0,21	1,06
63	NI34	Ni	0,74	0,21	1,75	0,78	0,6	1,18
64	NI35	Ni	1,31	0,22	2,17	0,39	0,12	0,78
65	NI36	Ni	0,82	0,34	1,33	0,28	0,1	0,56

D'après ce tableau n° 21 la composition chimique des huiles essentielles est différente de celle des concrètes. La différenciation se fait surtout sur la teneur élevée en NI 29 (10,67 %) pour les huiles essentielles et sur la forte teneur en Alloaromadendrone (13,00 %) pour les concrètes.

Les moyennes et les écart-types des constituants d'huile essentielle et concrète seront présentés dans le tableau n° 22 suivant.

**Tableau n° 22: Moyennes et écart-types des constituants d'huile essentielle et concrète.**

N°	Code	constituants	MOY ens	ET
1	API	$\alpha$ -Pinène	1,07	0,1815
1'	BPI	$\beta$ -Pinène	0,30	0,3382
2	MYR	Myrcène	0,87	0,2003
3	LIM	Limonène	1,00	0,7790
4	NI1	Ni	0,32	0,3264
5	YLG	Ylangène	1,33	0,5857
6	NI2	Ni	0,76	0,9852
7	ACOP	$\alpha$ -Copaène	5,24	1,0477
8	NI3	Ni	0,60	0,3406
9	LIN	Linalol	0,42	0,0660
10	NI4	Ni	0,47	0,1167
11	BCAR	$\beta$ -Caryophyllène	0,63	0,4797
12	TER	Terpinène 4-ol	0,26	0,1402
13	CBFAR	Cis $\beta$ -farnésène	1,10	0,0554
14	AMAD	Aromadendrène	4,38	1,7689
15	ALMAD	Alloaromadendrène	8,81	<b>5,9256</b>
16	AHUM	$\alpha$ -Humulène	1,55	0,0483
17	NI5	Ni	1,63	0,4254
18	GMU	$\gamma$ -Muuroène	2,10	0,9511
19	VIR	Viridiflorène	0,56	0,1214
20	NI6	Ni	0,45	0,2593
21	NI7	Ni	0,34	0,3488
22	NI8	Ni	0,41	0,2628
23	GERD	Germacrène-D	6,58	0,6989
24	ABZ	Acétate de Benzyle	3,71	1,2103
25	DCAD	$\delta$ -Cadinène	1,91	1,8503
26	NI9	Ni	1,00	0,8509
27	NI10	Ni	0,32	0,0094
28	NI11	Ni	0,09	0,0141
29	GCAD	$\gamma$ -Cadinène	2,70	1,3105
30	CED	Cedrol	0,37	0,2876
31	PACH	Patchoulène	0,62	0,3217
32	ECAR	Epo Caryophyllène	0,39	0,1803
33	MEU	Méthyl eugénol	0,34	0,1037
34	CNER	Cis néroïdol	0,76	0,5138
35	GLOB	Globulol	0,42	0,0955
36	GEUD	$\gamma$ -eudesmol	0,29	0,2227
37	CAD	$\delta$ ou T Cadinol	1,96	0,3783
38	NI12	Ni	0,38	0,1650
39	AEUD	$\alpha$ -eudesmol	0,73	0,4254
40	NI13	Ni	0,51	0,2546
41	BEUD	$\beta$ -eudesmol	1,73	0,8568
42	NI13'	Ni	0,74	0,2345
43	NI14	Ni	0,75	0,4254
44	NI15	Ni	1,10	0,7884
45	NI16	Ni	0,42	0,0471
46	NI17	Ni	0,76	0,3453
47	NI18	Ni	1,95	1,8750
48	NI19	Ni	2,27	1,8833
49	NI20	Ni	1,78	2,3299
50	NI21	Ni	0,56	0,6270
51	NI22	Ni	0,66	0,1131
52	NI23	Ni	1,84	0,8497
53	NI24	Ni	2,89	2,6693
54	NI25	Ni	1,86	1,1373
55	NI26	Ni	1,22	0,0577
56	NI27	Ni	0,72	0,2923
57	NI28	Ni	0,74	0,1992
58	NI29	Ni	6,12	<b>6,4406</b>

59	NI30	Ni	2,52	0,9475
60	NI31	Ni	5,30	4,5491
61	NI32	Ni	0,71	0,1473
62	NI33	Ni	0,68	0,1556
63	NI34	Ni	0,76	0,0259
64	NI35	Ni	0,85	0,6458
65	NI36	Ni	0,55	0,3818

La présence d'écart – type élevé pour certains variables montre qu'il y a une forte dispersion de la population pour les constituants considérés. Par conséquent, une variation probable des individus doit être observée.

Plus particulièrement, pour l'Alloaromadendrène et le NI 29, ils ont une teneur respectivement de  $8,81 \pm 5,9252$  et de  $6,12 \pm 6,4406$ .

Les tableaux n° 21 et n° 22 montrent déjà une esquisse de la variation de la composition chimique des huiles essentielles et concrètes de *Cedrelopsis grevei* suivant les méthodes d'extraction. En effet, pour mettre en évidence cette variabilité des analyses statistiques des données s'avèrent indispensable.

D'après les tableaux n° 7 à n° 22 les huiles essentielles et concrètes présentent beaucoup de constituants non identifiés. Ces derniers s'observent surtout au niveau des sesquiterpènes et des produits oxygénés qui sont des constituants volatils plus complexes à identifier à cause de la complexité de leur structures et aussi à cause des isomères et des stéréoisomères qui sont souvent très proches et difficiles à séparer. En effet, pour bien exploiter les données et afin d'identifier ces composants, nous suggérons des analyses des échantillons en couplant la Chromatographie en Phase Gazeuse et la Spectre de Masse.

**QUATRIEME PARTIE: RESULTATS DES ANALYSES STATISTIQUES ET INTERPRETATIONS**

**I. ETUDE DE LA VARIATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *CEDRELOPSIS GREVEI* SUIVANT LES SITES DE COLLECTE**

Rappelons que notre premier objectif c'est de donner dans chaque région de collecte le rendement, la composition chimique ainsi que les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de ses huiles essentielles. En effet, tous les échantillons d'huiles essentielles ont été pris pour les analyses statistiques.

**I.1. Analyse en composantes principales des échantillons d'huile essentielle**

Dans cette partie, nous avons considéré les variables qui présentent une corrélation significative entre elle ( $r \geq 0,6$ ). Les objectifs étant d'améliorer la représentation ainsi que la corrélation entre les variables. Finalement, 21 variables sur 66 ont été utilisées pour l'Analyse en Composante Principale (ACP). La matrice des données statistiques est résumée dans l'annexe n° 6, page 112.

**I.1.1. Valeurs propres**

Les valeurs propres des axes principaux (variance sur les axes principaux), le pourcentage des informations et le pourcentage cumulé des informations sont exposés dans le tableau n° 23 suivant:

**Tableau n° 23: Valeurs propres des axes principaux (ACP)**

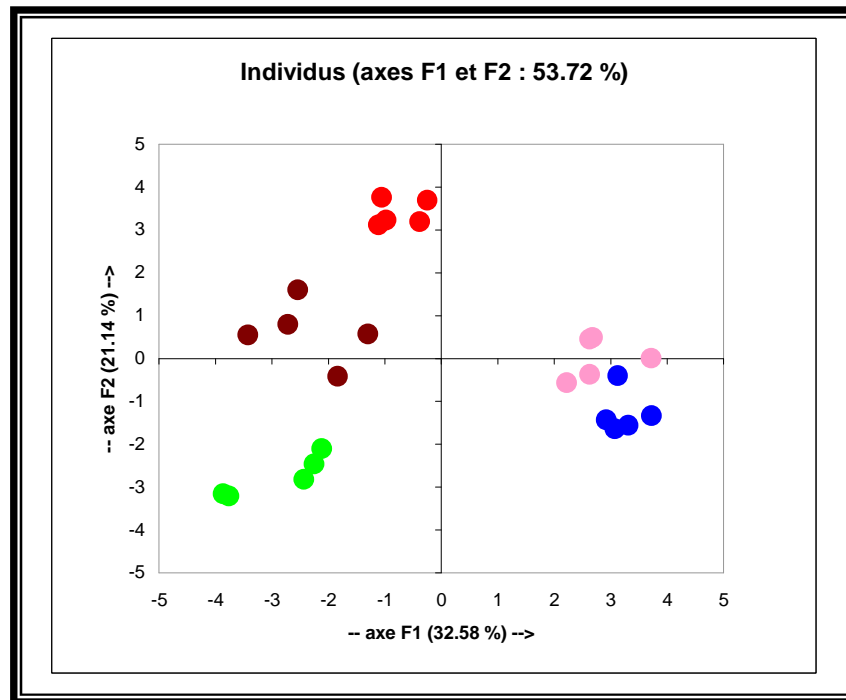
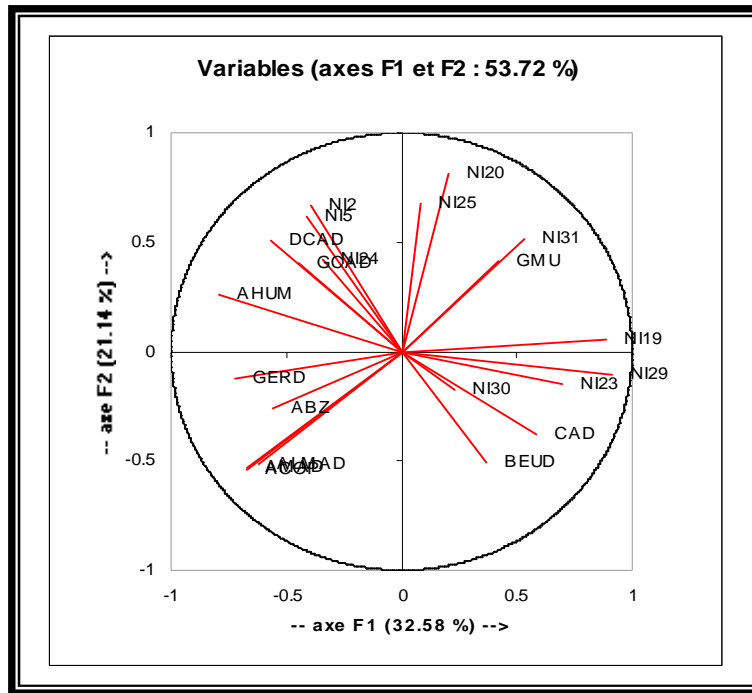
	F1	F2	F3
Valeurs propres	6,84	4,43	2,64
% information	32,58	21,13	12,59
cumul	32,58	53,71	66,31

La première composante principale (axe 1) explique 32,58 % de l'information totale. La deuxième composante principale (axe 2) montre 21,13 %. La combinaison linéaire des deux premières composantes principales est déjà représentative des variables car leur pourcentage cumulé est supérieur à la moyenne avec 53,71 %.

Les 3 premières composantes principales expliquent 66,31 % de l'information totale.

**I.1.2. Caractérisation des variables et des individus**

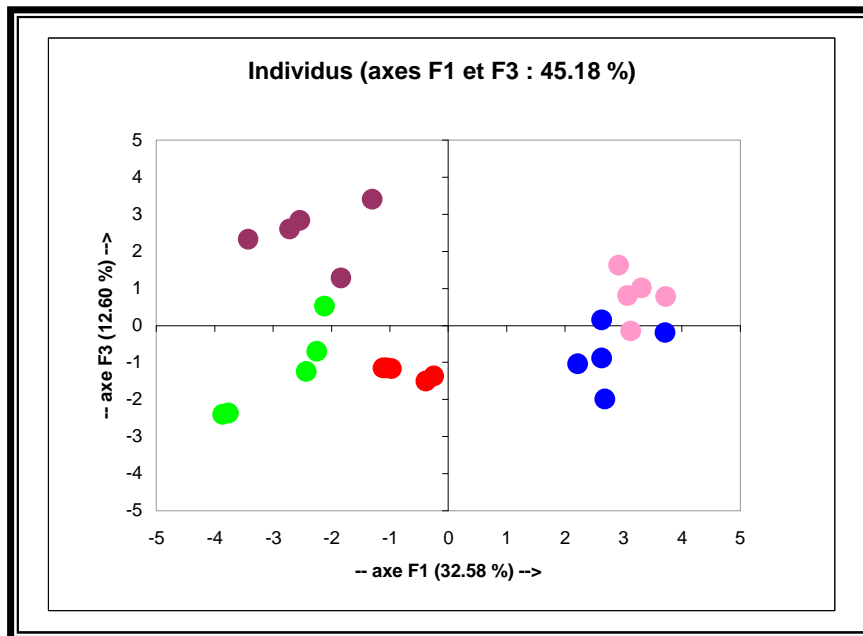
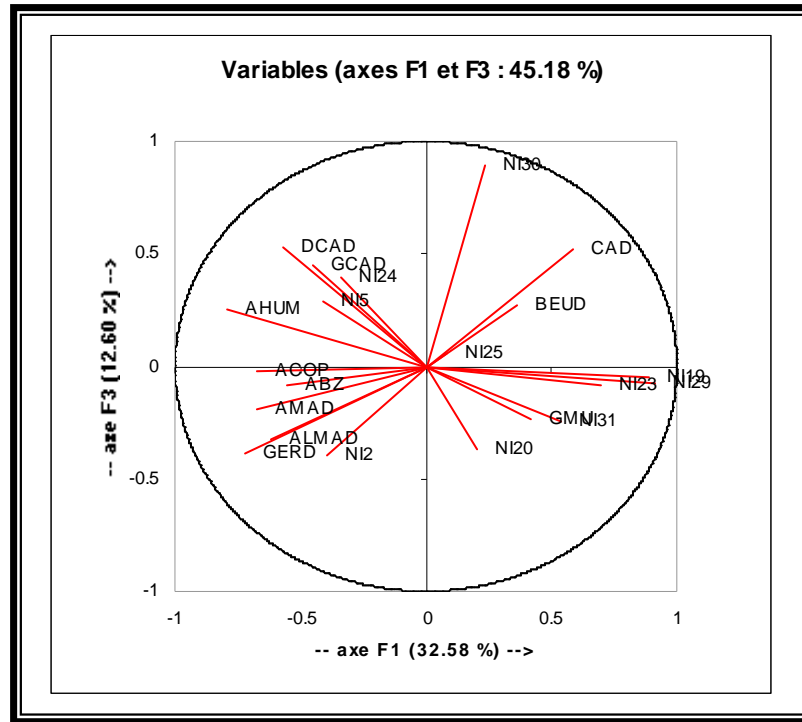
Soient les plans formés par les axes 1/2/3.



- : Echantillons d' Ankarafantsika(G1)
- : Echantillons d'Antsalova (G2)
- : Echantillons de Sakaraha (G3)
- : Echantillons de Belo (G4)
- : Echantillons d'Antevamena (G5)

Figure n° 18: Représentations graphiques des variables et individus des huiles essentielles dans le plan formé par l'axe 1 et l'axe 2





- : Echantillons d'Ankarafantsika (G1)
- : Echantillons d'Antsalova (G2)
- : Echantillons de Sakaraha (G3)
- : Echantillons de Belo (G4)
- : Echantillons d'Antevamena (G5)

Figure n° 19: Représentations graphiques des variables et individus des huiles essentielles dans le plan formé par l'axe 1 et l'axe 3

Les représentations graphiques des variables et des individus suivant les axes 1/2/3 permettent de distinguer cinq groupes de corrélation des variables:

- Le premier groupe est formé par la corrélation significativement positive de NI 20 et NI 25;
- Le second groupe est formé par la corrélation significativement positive de Germacrène-D (GERD), Aromadendrène (AMAD), Alloaromadendrène (ALMAD) et l'Acétate de Benzyle (ABZ);
- Le troisième groupe et le quatrième groupe sont significativement opposés par rapport au centre du second groupe, donc significativement non corrélés, mais présentant une corrélation significativement positive avec le NI 29 et le NI 19. A part ces constituants majeurs NI 29 et NI 19, les différenciations entre ces groupes se font surtout sur:
  - La teneur élevée en NI 31 et en  $\gamma$ -Muuroène (GMU) pour le groupe 3;
  - La teneur élevée en  $\delta$  ou T Cadinol (CAD), en  $\beta$ -eudesmol (BEUD) et en NI 30 pour le groupe 4.
- Le cinquième groupe à forte teneur en  $\delta$ -Cadinène (DCAD), en  $\gamma$ -Cadinène (GCAD) et en  $\alpha$ -Humulène (AHUM).

Les groupes d'individus formés en ACP devraient être confirmés en AFD.

## **I.2. Analyse Factorielle Discriminante des échantillons d'huile essentielle**

### **I.2.1. Test de Lambda de Wilks**

Le test de Lambda de Wilks est un test préliminaire dans la méthode AFD.

**Tableau n° 24: Test de Lambda de Wilks**

Lambda	0,004
F (valeur observée)	52,102
F (valeur critique)	3,808
ddl 1	80
ddl 2	6
p-value unilatérale	0,0001
Alpha	0,05

L'ACP a mis en exergue deux groupes de variable et d'individu bien distincts. D'après ce test de Lambda de Wilks, au seuil de signification alpha de 0,05, on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des vecteurs espérances des deux groupes. La valeur de F critique est inférieure à la valeur de F observée. La différence entre les barycentres des groupes est significative.

### **1.2.2. Valeurs propres**

La valeur propre et le pourcentage de l'axe principal sont indiqués dans le tableau n° 25 suivant:

**Tableau n°25: Valeurs propres et pourcentage de variance**

	F1	F2	F3
Valeurs propres	2557,955	1353,312	582,554
% variance	55,929	29,590	12,737
% cumulé	55,929	85,519	98,256

La première composante principale (axe 1) explique 55,92 % de l'information totale. La deuxième composante principale (axe 2) montre 29,59 %. La combinaison linéaire des deux premières composantes principales est déjà représentative des variables car leur pourcentage cumulé est supérieur à la moyenne avec 85,51 %.

### **1.2.3. Description des groupes**

Le tableau n° 26 suivant montre la fréquence des deux groupes formés

**Tableau n° 26: Fréquence des deux groupes formés**

Groupe	Fréquence
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5

Les 25 échantillons sont bien réparties dans leur groupe d'appartenance

### **1.2.4. Caractérisation des groupes**

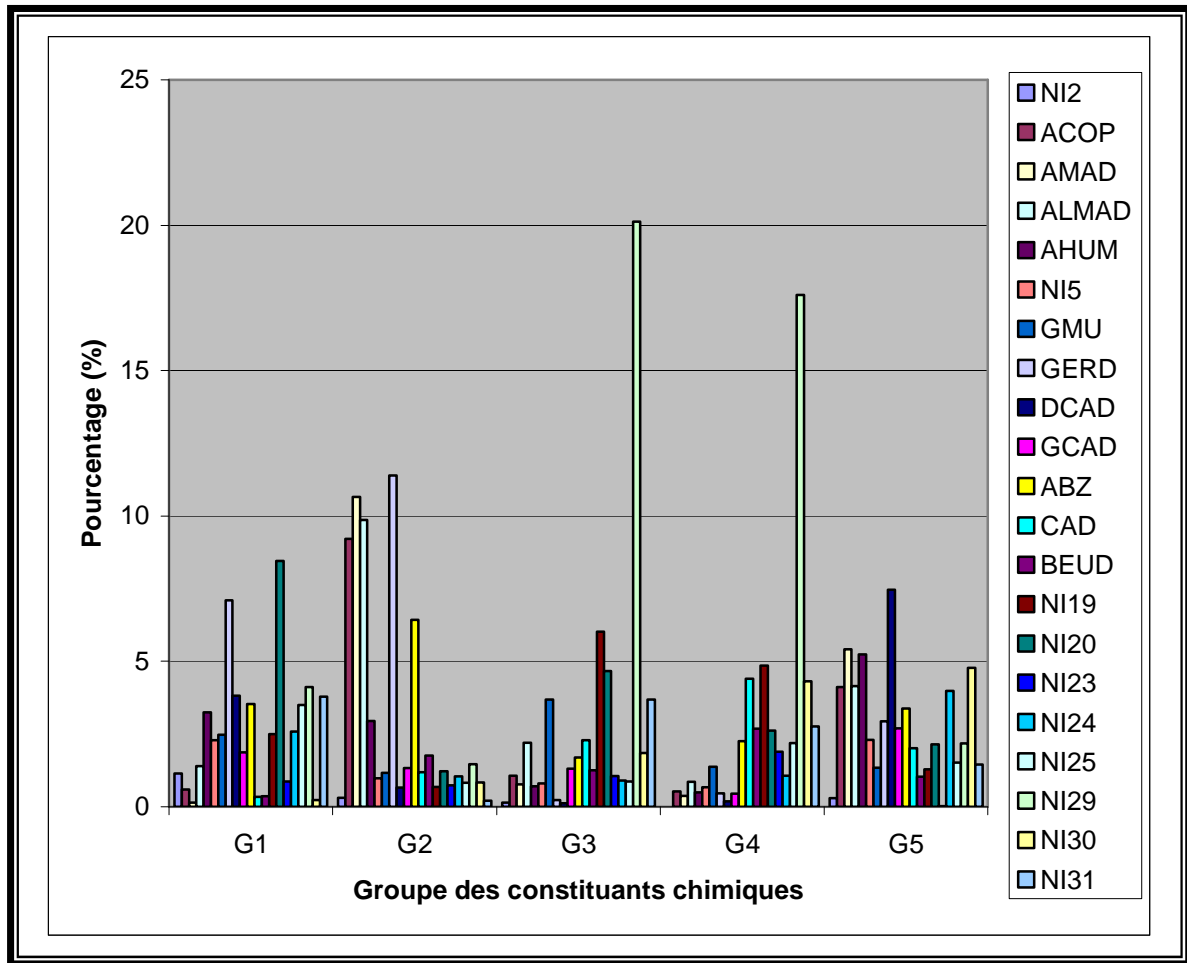
La classification à l'AFD a permis de constater que les 25 échantillons sont tous bien classés (à 100 %) dans les deux groupes préétablis lors de l'ACP.

Le tableau n° 27 suivant décrit les groupes formés, bien classés.

**Tableau n° 27: Caractéristique descriptive des groupes formés**

N°	Code	Constituant	G1 (5 obs)		G2 (5obs)		G3 5 (obs)		G4 (5obs)		G5 (5 obs)	
			MOY	ET	MOY	ET	MOY	ET	MOY	ET		E T
6	NI2	Ni	1,14	0,1716	0,78	0,4298	0,14	0,0862	0	0,0862	0,30	0,2428
7	ACOP	α-Copaène	0,60	0,1764	9,21	2,7600	1,07	0,4550	0,53	0,4550	4,52	0,9676
14	AMAD	Aromadendrène	0,14	0,2558	<b>10,65</b>	7,7795	0,77	0,8540	0,37	0,8540	6,42	3,0697
15	ALMAD	Alloaromadendrène	1,39	0,9570	<b>9,86</b>	5,9449	5,66	1,7153	0,86	1,7153	7,85	1,6233
16	AHUM	α-Humulène	3,24	0,3620	2,95	1,2849	0,70	0,5490	0,49	0,5490	<b>2,87</b>	1,9126
17	NI5	Ni	2,29	0,2347	0,97	0,8591	0,80	0,8125	0,67	0,8125	2,29	0,6599
18	GMU	γ-Muuroène	2,48	0,2994	1,16	0,9484	<b>3,69</b>	1,3279	1,38	1,3279	1,34	1,2706
23	GERD	Germacrène-D	7,10	0,6205	<b>11,40</b>	2,9197	0,28	0,4068	0,46	0,4068	5,32	3,1900
24	ABZ	Acétate de Benzyle	3,53	0,4124	<b>6,43</b>	2,9830	1,69	1,0700	2,26	1,0700	3,38	2,5180
25	DCAD	δ-Cadinène	3,81	0,3303	2,41	1,4713	0,12	0,1417	0,19	0,1417	<b>8,33</b>	1,9773
29	GCAD	γ-Cadinène	1,87	0,3467	1,33	1,3103	1,31	0,5461	0,45	0,5461	<b>2,70</b>	0,7815
37	CAD	δ ou T Cadinol	0,34	0,1968	1,39	0,9728	2,29	1,5775	<b>4,40</b>	1,5775	2,01	0,8103
41	BEUD	β-eudesmol	0,37	0,1083	1,76	1,3078	1,59	0,8972	<b>2,68</b>	0,8972	0,84	0,5680
48	NI19	Ni	2,49	0,3592	0,69	0,2895	<b>6,02</b>	1,8539	<b>4,85</b>	1,8539	1,08	0,7212
49	NI20	Ni	<b>8,46</b>	1,1969	1,42	0,6452	4,67	2,1548	2,62	2,1548	2,14	0,7913
52	NI23	Ni	0,87	0,2437	0,74	0,5878	1,26	0,3168	1,89	0,3168	0,36	0,2125
53	NI24	Ni	2,58	0,5174	1,05	0,1633	1,13	0,1397	1,26	0,1397	3,89	4,0512
54	NI25	Ni	<b>3,50</b>	0,5188	0,64	0,6660	1,15	0,8351	2,19	0,8351	1,43	0,7962
58	NI29	Ni	4,11	0,7666	1,43	0,2715	<b>20,96</b>	3,9628	<b>27,73</b>	3,9628	2,18	0,4435
59	NI30	Ni	0,50	0,1915	0,84	0,8384	2,18	0,8651	<b>7,09</b>	0,8651	4,77	2,1124
60	NI31	Ni	3,78	0,7612	0,21	0,0436	<b>3,68</b>	1,6851	3,25	1,6851	1,45	1,2003

La figure n°20 suivante représente la comparaison des groupes de constituants chimiques des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei*.



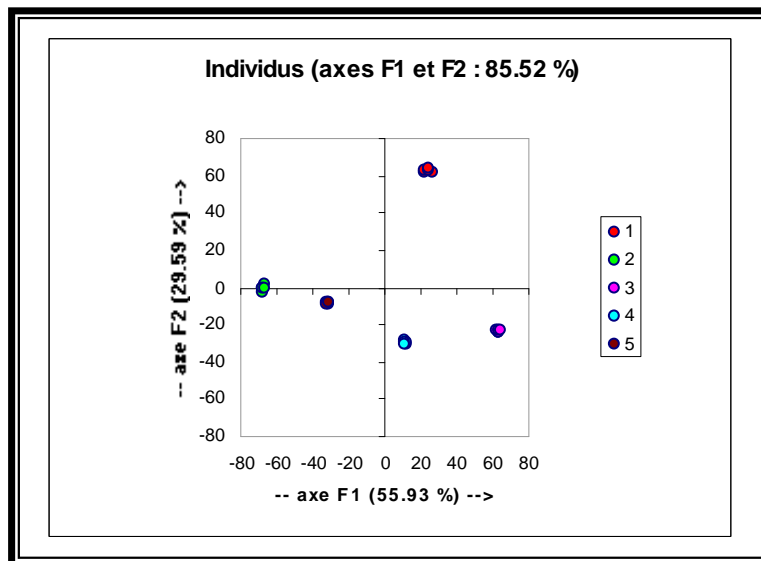
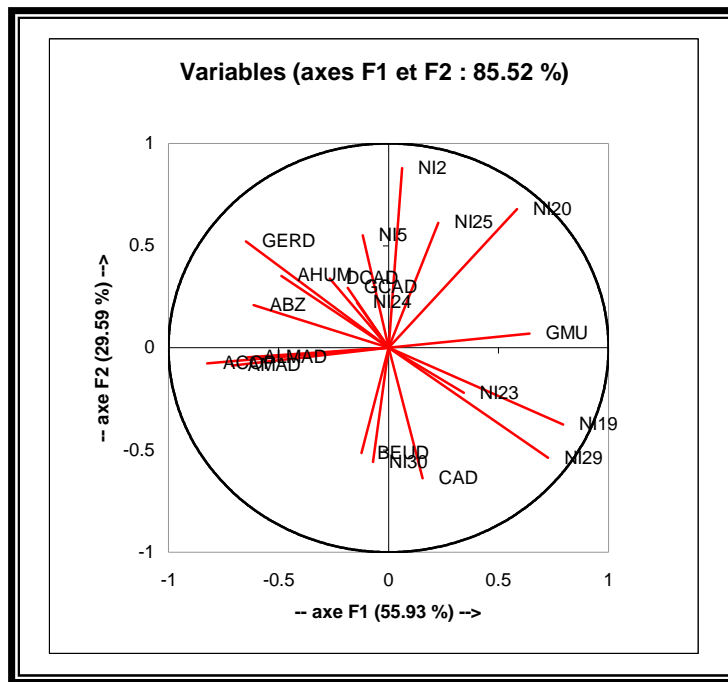
**Figure n° 20: Comparaison des groupes de constituants chimiques des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei***

- Le groupe 1 comprend 5 observations. Il est caractérisé par la forte teneur en NI 20 (8,46 %) et en NI 25 (3,50 %).
- Le groupe 2 comprend 5 observations. Il est caractérisé par la teneur élevée en Germacrène-D, Aromadendrène, Alloaromadendrène et en Acétate de Benzyle (ABZ) respectivement de 11,4%; 10,65 %; 9,86 % et 6,43 %.

- Le groupe 3 et 4 comprend 10 observations caractérisées par la teneur importante en NI 29 (20,96 % et 27,73 %) et en NI 19 (6,02 % et 4,85 %). Les différenciations entre ces deux groupes se font surtout sur:
  - La teneur élevée en NI 31 (3,68 %) et en  $\gamma$ -Muuroène (3,69 %) pour le groupe 3;
  - La teneur élevée en  $\delta$  ou T Cadinol (4,40 %), NI 30 (7,09 %) et en  $\beta$ -eudesmol (2,68 %),
- Le groupe 5 comprend 5 observations. Il est caractérisé par la forte teneur en  $\delta$ -Cadinène,  $\alpha$ -Humulène,  $\gamma$ -Cadinène respectivement de 8,33 %; 2,87 % et 2,70 %.

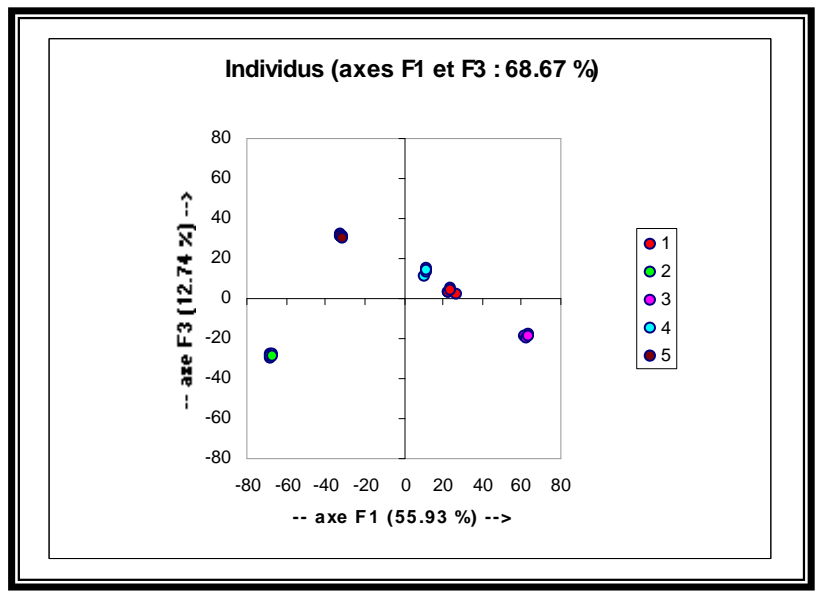
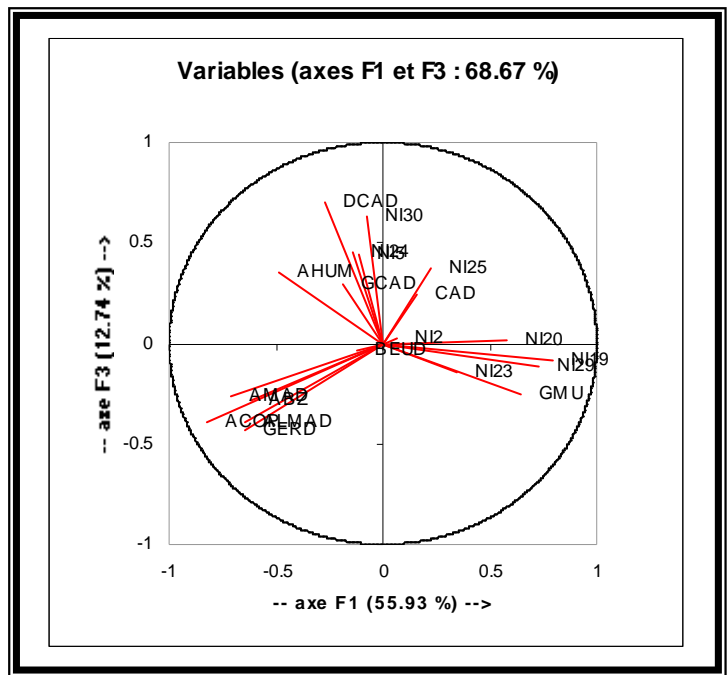
#### ***1.2.5. Synthèse: Influence des sites de collecte sur la composition chimique des huiles essentielles***

Sur les graphiques suivants, sont affichés les individus sur les axes factoriels, obtenus à partir des variables explicatives initiales. Les regroupements des individus suivant la répartition géographique sont spécifiés par les représentations graphiques des plans formés par les axes 1/2/3. La combinaison des axes F1 et F2 est représentative et forme 85,52 % des informations totales.



- : Echantillons d'Ankarafantsika(G1)
- : Echantillons d'Antsalova (G2)
- : Echantillons de Sakaraha (G3)
- : Echantillons de Belo (G4)
- : Echantillons d'Antevamena (G5)

**Figure n° 21: Représentations graphiques des variables et individus des huiles essentielles suivant l'axe 1 et l'axe 2 en AFD**



- : Echantillons d'Ankarafantsika(G1)
- : Echantillons d'Antsalova (G2)
- : Echantillons de Sakaraha (G3)
- : Echantillons de Belo (G4)
- : Echantillons d'Antevamena (G5)

**Figure n° 22: Représentations graphiques des variables et individus des huiles essentielles suivant l'axe 1 et l'axe 3 en AFD**



Ces figures montrent l'effet de la répartition géographique sur la composition chimique des échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei*.

Ces résultats sont nettement différenciés, ainsi l'hypothèse sur la notion de diversité de la composition chimique des huiles essentielles suivant les sites de collecte a été confirmée.

### **I.3. Caractérisation chimique des groupes formés**

Dans cette partie, nous allons spécifier d'une manière exhaustive les propriétés physico-chimiques et chimiques des groupes formés.

#### **I.3.1. Caractéristiques organoleptiques**

Le tableau n° 28 suivant montre un aperçu des caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* suivant les sites de collecte.

**Le tableau n° 28: Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de Cedrelopsis grevei.**

	GROUPE				
	1	2	3	4	5
Aspect	liquide mobile, limpide				
Odeur	boisé mais agréable, fortement aromatique caractéristique de <i>Cedrelopsis grevei</i>				
Couleur	vert clair (vc)	marron clair (mc)	jaune clair (jc)	vert clair (vc)	vc/mc/jc

Cette observation jointe à la différence de couleur nous laisse proposer des aspects de variabilité qualitative entre les huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei*.

#### **I.3.2. Evaluation du rendement en huile essentielle**

Les variations des teneurs en huiles essentielles des groupes formés sont présentées dans le tableau n° 29 suivant.

**Tableau n° 29: Rendement en huile essentielle de Cedrelopsis grevei suivant les groupes formés**

GROUPE	Rendement (% p/p)		
	MIN	MAX	MOY
1	0,02	0,09	0,06
2	0,11	0,18	0,15
3	0,51	1,02	0,67
4	0,21	0,66	0,27
5	0,1	0,48	0,25

D'après ce tableau, le groupe 3 affiche un rendement moyen élevé de l'ordre de 0,67 % et le groupe 1, par contre un rendement faible de l'ordre de 0,06 %.

### **1.3.3. Caractéristiques physico- chimiques des groupes formés**

Le tableau n° 30 suivant résume les Caractéristiques physico- chimiques des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei*.

**Tableau n° 30: Caractéristiques physico- chimiques des huiles essentielles de Cedrelopsis grevei.**

GROUPE	Densité relative			Indice de réfraction		
	min	max	moy	min	max	moy
1	0,9356	0,9401	0,9385	1,4399	1,4587	1,4472
2	0,9333	0,9522	0,9432	1,4497	1,4523	1,4506
3	0,9956	0,9798	0,9886	1,5471	1,5541	1,5507
4	0,9356	0,9487	0,9406	1,4512	1,4601	1,4549
5	0,9325	0,9945	0,9945	1,4417	1,5589	1,4906

La densité moyenne entre les groupes varie de 0,9385 à 0,9945, L'essence est plus légère que l'eau.

L'indice de réfraction entre les groupes varie de 1,4472 à 1,5507.

## **II. ETUDE DE LA VARIATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE CEDRELOPSIS GREVEI SUIVANT LES METHODES D'EXTRACTION.**

Rappelons que notre deuxième objectif c'est de montrer l'existence de la variabilité de la composition chimique des composés aromatiques de *Cedrelopsis grevei* obtenue par deux méthodes d'extractions différentes. En effet, tous les échantillons d'huile essentielle et concrète ont été rassemblés pour les traitements statistiques. Mais vu le temps qui nous est limité pour la réalisation de ce mémoire et le coût d'analyse trop élevé, nous nous sommes limité aux échantillons (huiles essentielles et concrètes) d'Antsalova et de Sakaraha.

### **II.1. Analyse en composantes principales des échantillons d'huile essentielle et concrète d'Antsalova et de Sakaraha**

Dans cette partie, nous avons considéré les variables qui présentent une corrélation significative entre elle ( $r \geq 0,6$ ). Les objectifs étant d'améliorer la représentation ainsi que la corrélation entre les variables. Finalement, 21 variables 66 ont été utilisées pour l'Analyse en Composante Principale (ACP). La matrice des données statistiques est résumée dans l'annexe n° 5, page 111.

#### **II.1.1. Valeurs propres**

Les valeurs propres des axes principaux (variance sur les axes principaux), le pourcentage des informations et le pourcentage cumulé des informations sont exposés dans le tableau n° 31 suivant:

**Tableau n° 31: Valeurs propres des axes principaux (ACP)**

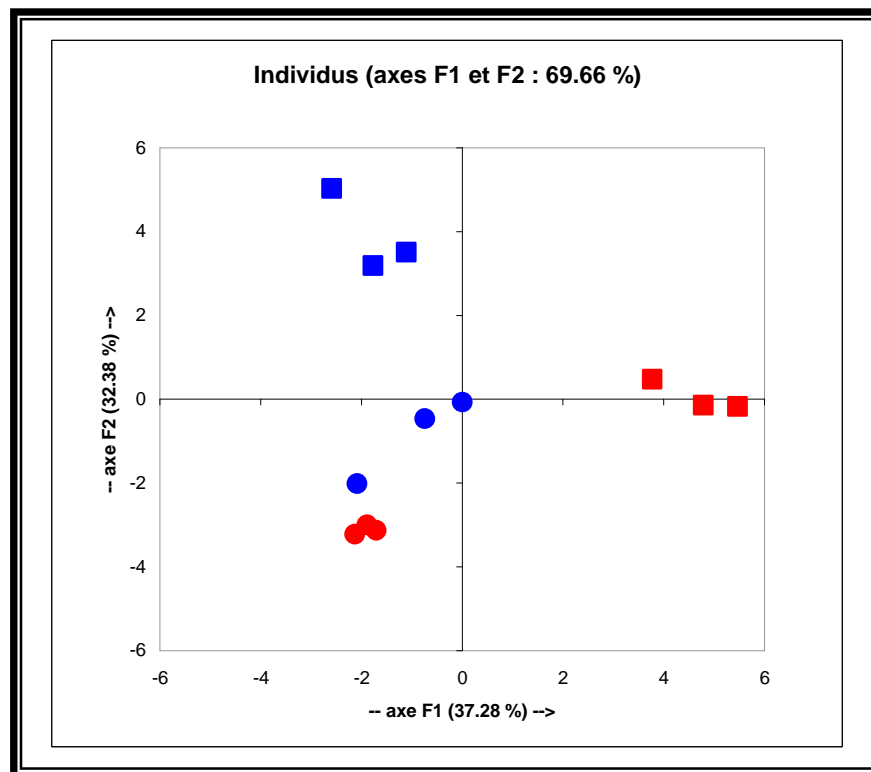
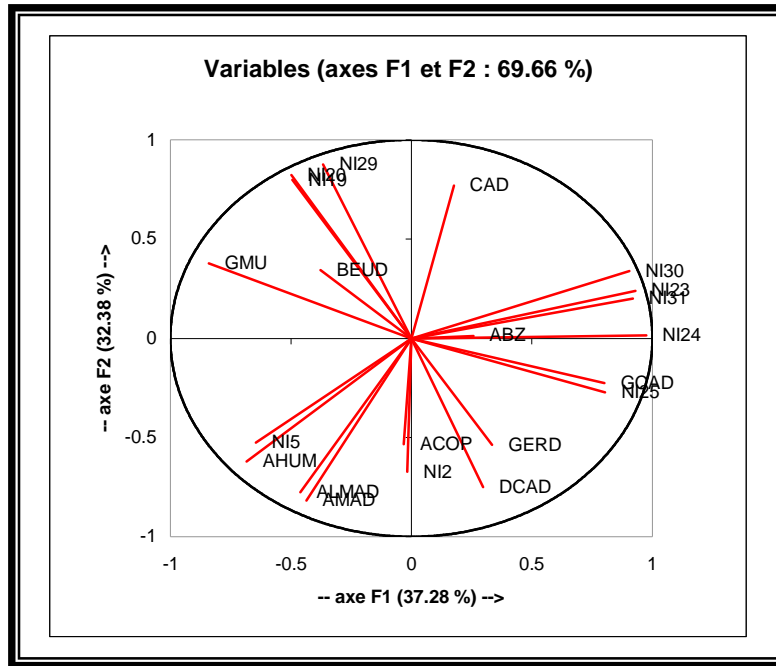
	F1	F2	F3
Valeurs propres	7,82	6,79	3,79
% information	37,28	32,37	18,05
cumul	37,28	69,65	87,71

La première composante principale (axe 1) explique 37,28 % de l'information totale. La deuxième composante principale (axe 2) montre 32,37 %. La combinaison linéaire des deux premières composantes principales est déjà représentative des variables car leur pourcentage cumulé est supérieur à la moyenne avec 69,65 %; de même que la combinaison linéaire de la première composante principale et de la troisième composante principale qui s'élève à 55,33 %.

Les 3 premières composantes principales expliquent 87,71 % de l'information totale

### **II.1.2. Caractérisation des variables et des individus**

Soit le plan formé par les axes 1/2,



- : Concrète de Sakaraha
- : Concrète d'Antsalova
- : Huile essentielle de Sakaraha
- : Huile essentielle d'Antsalova

Figure n° 23: Représentations graphiques des variables et individus des huiles essentielles et concrètes dans le plan formé par l'axe 1 et l'axe 2

La représentation des variables et individus dans le plan formé par l'axe 1 et l'axe 2 (figure n° 23) permet de distinguer deux groupes de corrélation des variables:

- Le premier groupe formé par les individus (concrètes et huiles essentielles) d'Antsalova. Ce groupe est caractérisé par la forte teneur en Alloaromadendrène (ALMAD), Aromadendrène (AMAD) et en  $\alpha$ -Humulène (AHUM).
- Le second groupe formé par les individus (concrètes et huiles essentielles) de Sakaraha. Ce groupe est caractérisé par la teneur élevée en NI 29, NI 20 et NI 31.

Cette figure ne permet pas de visualiser si l'effet des méthodes d'extraction sur la composition chimique existe ou non. En effet, pour améliorer la représentation et afin d'atteindre l'objectif 2, il s'avère nécessaire de traiter séparément les échantillons d'Antsalova et de Sakaraha.

## **II.2. Analyse en composantes principales des échantillons d'huile essentielle et concrète d'Antsalova**

Cette ACP traite les 21 variables précédemment prises et les six échantillons (3 huiles essentielles et 3 concrètes) d'Antsalova.

### **II.2.1. Valeurs propres**

**Tableau n° 32: Valeurs propres**

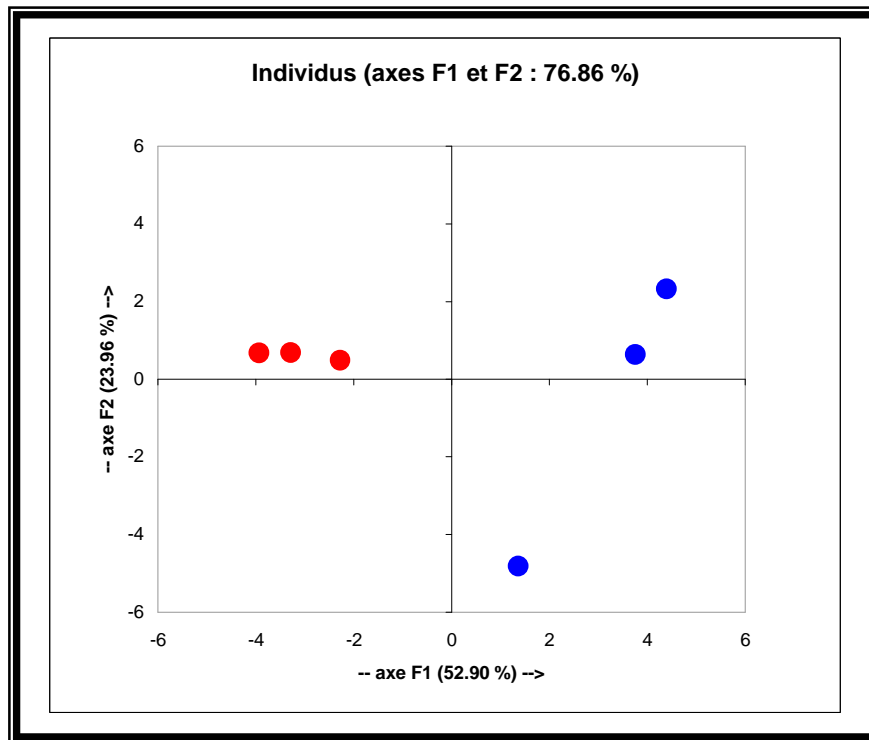
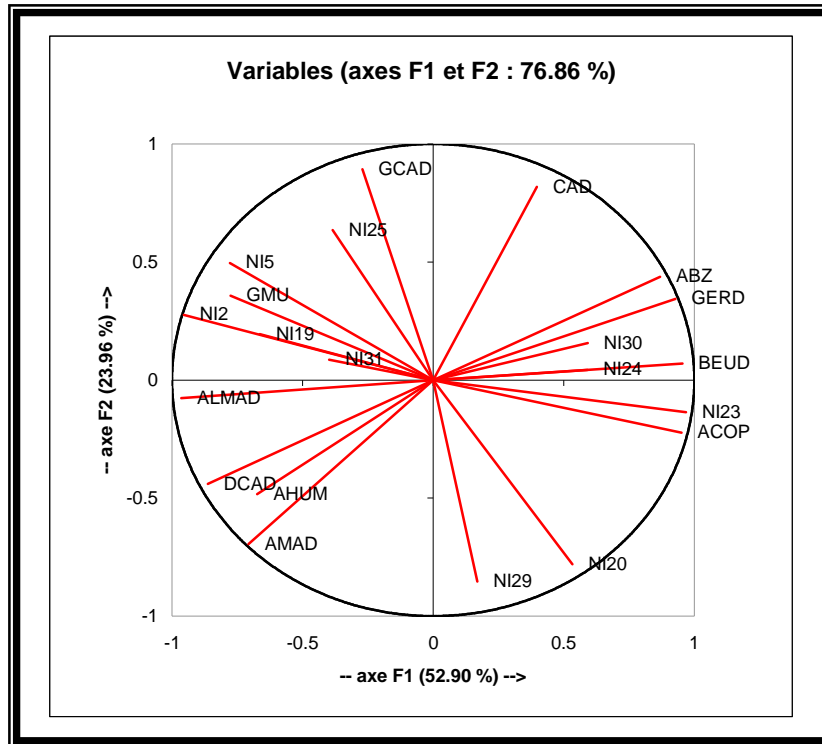
	F1	F2	F3
Valeurs propres	11,10	5,03	2,19
% information	52,89	23,96	10,46
cumul	52,89	76,86	87,32

La première composante principale (axe 1) explique 52,89 % de l'information totale. La deuxième composante principale (axe 2) montre 23,96 %. La combinaison linéaire des deux premières composantes principales est déjà représentative des variables car leur pourcentage cumulé est supérieur à la moyenne avec 76,86 %; de même que la combinaison linéaire de la première composante principale et de la troisième composante principale qui s'élève à 63,35 %.

Les 3 premières composantes principales expliquent 87,32 % de l'information totale.

### **II.2.2. Caractérisation des variables et des individus**

Soit le plan formé par les axes 1/2.



● : Concrète                      ● : Huile essentielle

Figure n° 24: Représentations graphiques des variables et individus des huiles essentielles et concrètes d'Antsalova dans le plan formé par l'axe 1 et l'axe 2

La représentation graphique des variables sur les axes 1/2 permet de distinguer deux grands groupes:

- Le premier groupe: L'Alloaromadendrène (ALMAD) et l'Aromadendrène (AMAD) sont significativement positivement corrélé avec  $\delta$ -Cadinène (DCAD),  $\alpha$ -Humulène (AHUM), NI2, NI5,  $\gamma$ -Muuroène (GMU). En effet, ces variables issues des plans formés par les axes 1/2 sont proches les unes par rapports aux autres;
- Le second groupe à forte teneur en Germacrène D (GERD) et en  $\alpha$ -Copaène (ACOP), En effet, ces deux variables sont symétriquement opposées par rapport aux variables Alloaromadendrène (ALMAD) et Aromadendrène (AMAD) donc significativement négativement corrélées. Et que les variables Germacrène D (GERD) et  $\alpha$ -Copaène (ACOP) présentent des corrélations positives avec Acétate de Benzyle (ABZ),  $\beta$ -eudesmol (BEUD) et NI 23.

Les groupes d'individus formés en ACP devraient être confirmés en AFD.

### **II.3. Analyse Factorielle Discriminante des échantillons d'huile essentielle et concrète d'Antsalova**

#### **II.3.1. Test de Lambda de Wilks**

Le test de Lambda de Wilks est un test préliminaire dans la méthode AFD.

**Tableau n°33: Test de Lambda de Wilks**

Lambda	0,004
F (valeur observée)	61,469
F (valeur critique)	22,083
ddl 1	4
ddl 2	1
p-value unilatérale	0,095
Alpha	0,05

L'ACP a mis en exergue deux groupes de variable et d'individu bien distincts. D'après ce test de Lambda de Wilks, au seuil de signification alpha de 0,05, on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des vecteurs espérances des deux groupes. La valeur de F critique est inférieure à la valeur de F observée. La différence entre les barycentres des groupes est significative.

### **II.3.2. Valeurs propres**

La valeur propre et le pourcentage de l'axe principal sont indiqués dans le tableau n° 34 suivant:

**Tableau n° 34: Valeurs propres et pourcentage de variance**

	F1
Valeurs propres	245,877
% variance	100,000
% cumulé	100,000

L'axe unique F1 comporte à lui seul la totalité des informations.

### **II.3.3. Description des groupes**

Le tableau n° 35 suivant montre la fréquence des deux groupes formés

**Tableau n° 35: Fréquence des deux groupes formés**

Groupe	Fréquence
1	3
2	3

### **II.3.4. Caractérisation des groupes**

La classification à l'AFD a permis de constater que les six échantillons sont tous bien classés (à 100 %) dans les deux groupes préétablis lors de l'ACP.

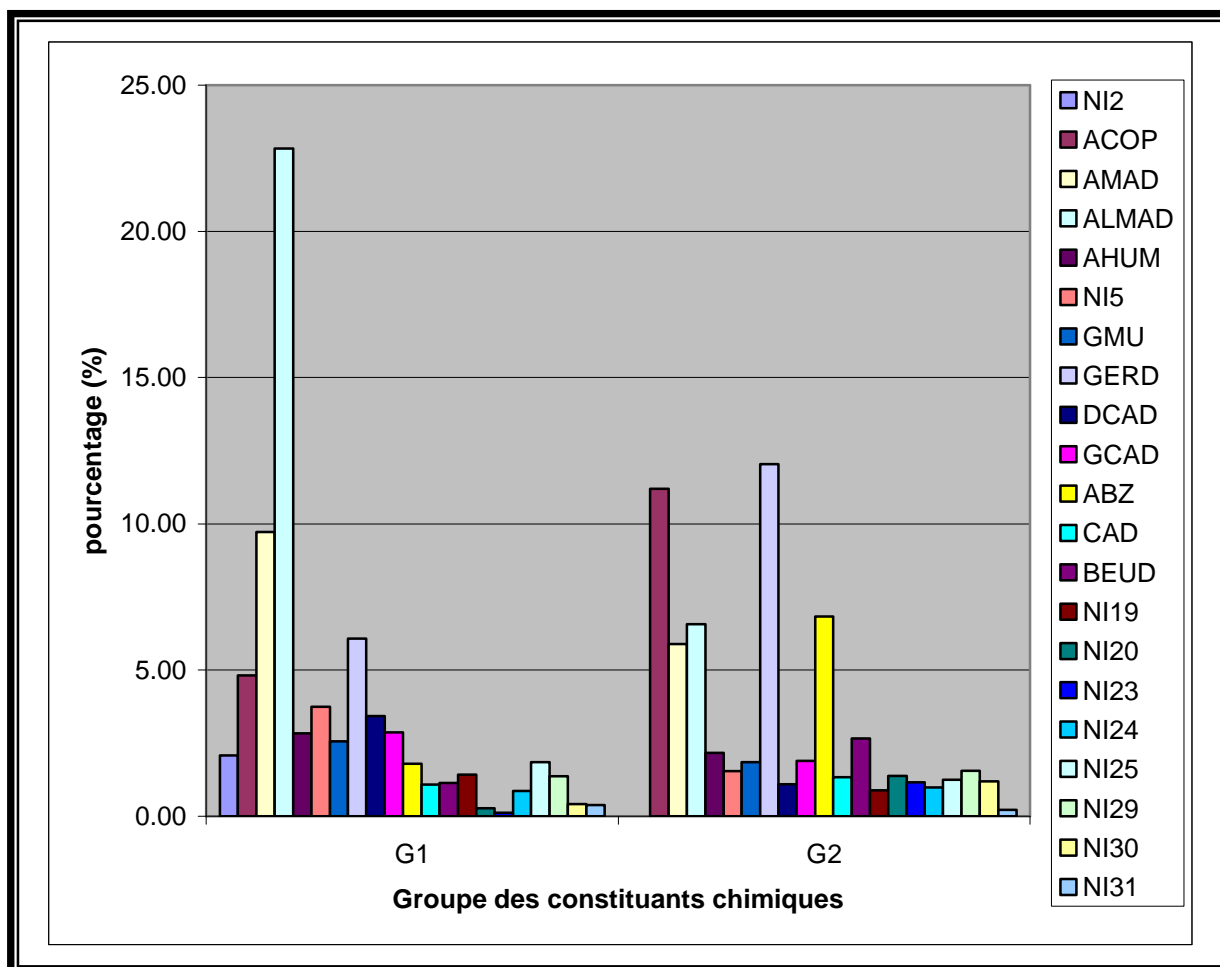
Le tableau n° 36 suivant décrit les groupes formés, bien classés.



**Tableau n° 36: Caractéristique descriptive des groupes formés**

N°pic	Constituant	CODE	GROUPE			
			1 (extraits)		2 (HE)	
			MOY	ET	MOY	ET
6	non identifié	NI2	2,08	0,15	0	0
7	$\alpha$ -Copaène	ACOP	4,81	0,52	11,2	0,59
14	Aromadendrène	AMAD	9,72	0,80	5,89	5,98
15	Alloaromadendrène	ALMAD	<b>22,83</b>	2,04	6,58	5,28
16	$\alpha$ -Humulène	AHUM	2,83	0,61	2,16	0,99
17	non identifié	NI5	3,74	0,58	1,54	0,52
18	$\gamma$ -Muuroolène	GMU	2,56	0,48	1,85	0,18
23	Germacrène-D	GERD	6,08	0,63	<b>12,04</b>	3,92
25	$\delta$ -Cadinène	DCAD	3,42	0,39	1,10	1,90
29	$\gamma$ -Cadinène	GCAD	2,87	0,68	1,90	1,49
24	Acétate de Benzyle	ABZ	1,79	0,60	6,84	4,11
37	$\delta$ ou T Cadinol	CAD	1,08	0,03	1,33	1,35
41	$\beta$ -eudesmol	BEUD	1,14	0,02	2,66	0,61
48	non identifié	NI19	1,42	0,60	0,89	0,13
49	non identifié	NI20	0,27	0,08	1,38	0,85
52	non identifié	NI23	0,12	0,03	1,16	0,18
53	non identifié	NI24	0,86	0,18	0,98	0,06
54	non identifié	NI25	1,85	0,54	1,24	0,47
58	non identifié	NI29	1,37	0,14	1,56	0,34
59	non identifié	NI30	0,41	0,43	1,19	0,97
60	non identifié	NI31	0,38	0,45	0,22	0,02

La figure n° 25 suivante représente les constituants chimiques des groupes formés en AFD,



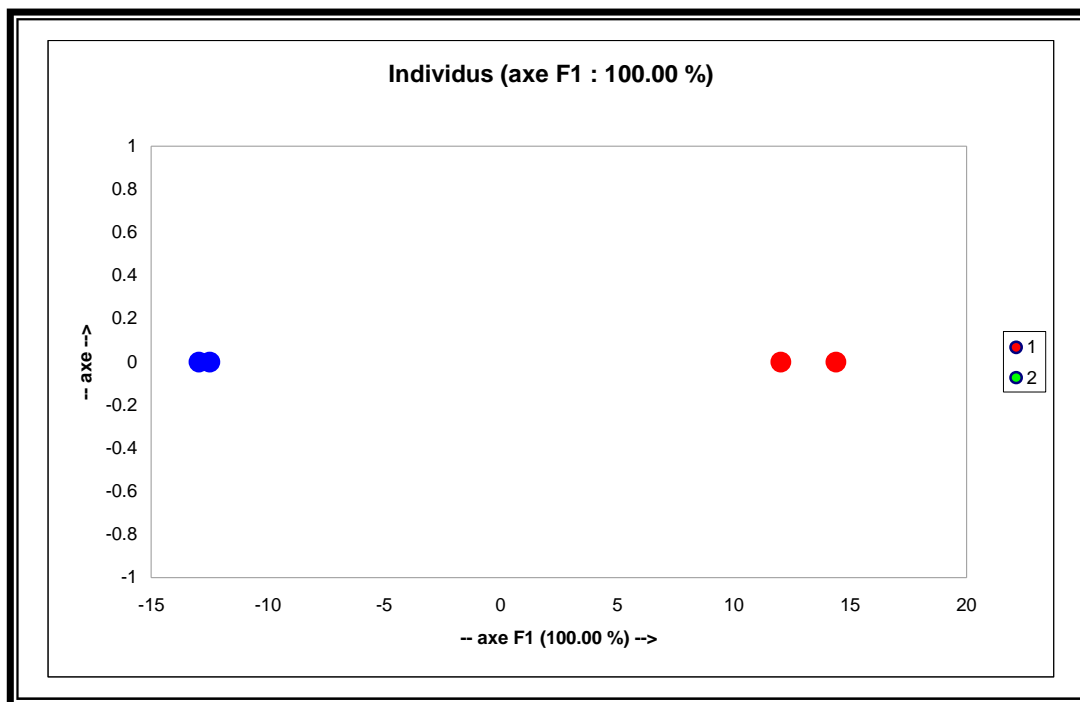
**Figure n° 25: Comparaison des groupes de constituants chimiques des huiles essentielles et concrètes de *Cedrelopsis grevei* provenant d'Antsalova**

Le groupe 1 comprend trois observations. Il est caractérisé par des teneurs importantes en Alloaromadendrène et en Aromadendrène respectivement de 22,83 % et 9,72 %. Ce groupe rassemble tous les échantillons de concrètes.

Le groupe 2 comprend aussi trois observations. Il est caractérisé par la forte teneur en Germacrène D et en  $\alpha$ -Copaène respectivement de 12,04 % et 11,2 %. Ce groupe rassemble tous les échantillons d'huiles essentielles.

### **II.3.5. Synthèse: influence des deux méthodes d'extraction sur la composition chimique des huiles et concrètes d'Antsalova**

Sur le graphique suivant est affiché la représentation des individus sur les axes factoriels. Ce graphique permet de confirmer que les individus sont bien discriminés sur les axes factoriels obtenus à partir des variables explicatives initiales.



: Huile essentielle



: Concrète

**Figure n° 26: Représentations graphiques des variables et individus des huiles et concrètes d'Antsalova en AFD**

Ce graphique montre que la composition chimique des concrètes et huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* sont différentes:

Les concrètes de *Cedrelopsis grevei* sont caractérisés par une forte teneur en Alloaromadendrène (22,83 %) et en Aromadendrène (9,72 %).

Les huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* sont caractérisées par une teneur importante en Germacrène D (12,04 %) et en  $\alpha$ -Copaène (11,2 %).

Ces résultats sont nettement différenciés, ainsi l'hypothèse sur la notion de diversité entre la composition chimique des huiles essentielles et extraits aromatiques a été confirmée.

#### **II.4. Analyse en composantes principales des échantillons d'huile essentielle et concrète de Sakaraha**

Cette ACP traite les 21 variables précédemment prises et les six échantillons (3 huiles essentielles et 3 concrètes) de Sakaraha.

##### **II.4.1. Valeurs propres**

**Tableau n° 37: Valeurs propres**

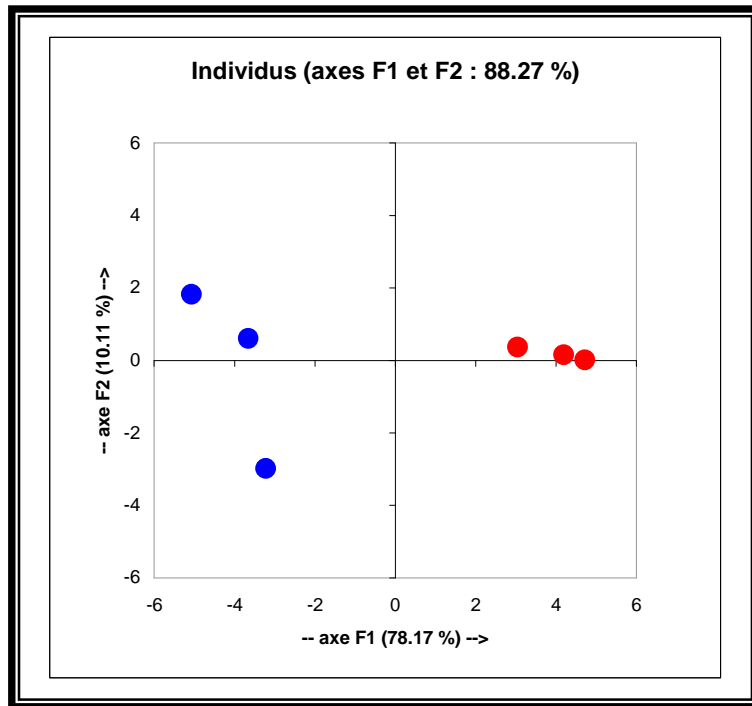
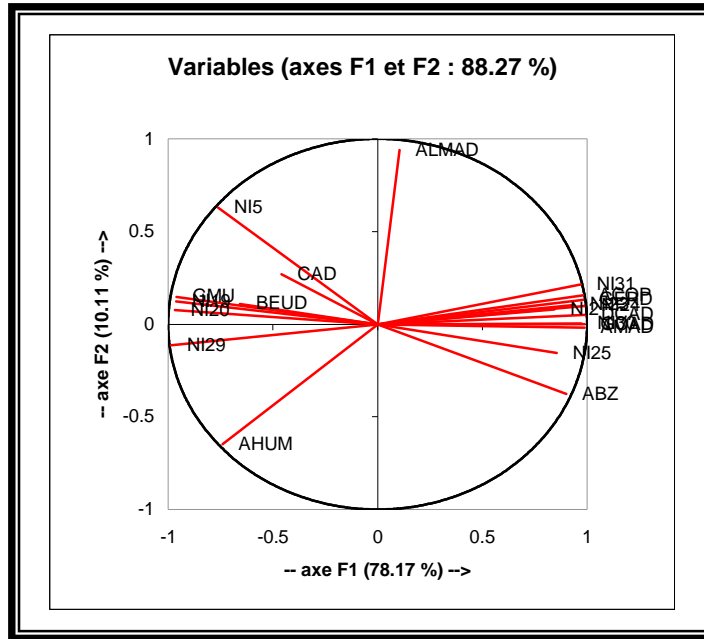
	F1	F2	F3
Valeurs propres	16,41	2,12	1,26
% information	78,16	10,10	6,00
cumul	78,16	88,27	94,28

La première composante principale (axe 1) explique 78,16 % de l'information totale. La deuxième composante principale (axe 2) montre 10,10 %. La combinaison linéaire des deux premières composantes principales est déjà représentative des variables car leur pourcentage cumulé est supérieur à la moyenne avec 88,27 %; de même que la combinaison linéaire de la première composante principale et de la troisième composante principale qui s'élève à 84,16 %.

Les 3 premières composantes principales expliquent 94,28 % de l'information totale.

##### **II.4.2. Caractérisation des variables et des individus**

Soit le plans formé par les axes 1/2,



● : Concrète                      ● : Huile essentielle

Figure n° 27: Représentations graphiques des variables et individus des huiles et concrètes de Sakaraha dans le plan formé par l'axe 1 et l'axe 2

La représentation graphique des variables sur les axes 1/2 permet de distinguer deux grands groupes:

- Le premier groupe: Le NI 31 et NI 24 sont significativement positivement corrélés avec NI 30, NI 23,  $\alpha$ -Copaène (ACOP), Germacrène D (GERD),  $\delta$ -Cadinène (DCAD). En effet, ces variables issues des plans formés par les axes 1/2 sont proches les unes par rapports aux autres;
- Le second groupe à forte teneur en NI 29 et en NI 19. En effet, ces deux variables sont symétriquement opposées par rapport aux variables NI 31 et NI 24 donc significativement négativement corrélées. Et que les variables NI 29 et NI 19 présentent des corrélations positives avec  $\gamma$ -Muuroène (GMU) et NI 20.

Les groupes d'individus formés en ACP devraient être confirmés en AFD,

## **II.5. Analyse Factorielle Discriminante des échantillons d'huile essentielle et concrète de Sakaraha**

### **II.5.1. Test du Lambda de Wilks**

Le test de Lambda de Wilks est un test préliminaire dans la méthode AFD.

**Tableau n° 38: Test de Lambda de Wilks**

Lambda	0,004
F (valeur observée)	58,289
F (valeur critique)	22,083
ddl 1	4
ddl 2	1
p-value unilatérale	0,098
Alpha	0,05

L'ACP a mis en exergue deux groupes de variable et d'individu bien distincts. D'après ce test de Lambda de Wilks, au seuil de signification alpha de 0,05, on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des vecteurs espérances des deux groupes. La valeur de F critique est inférieure à la valeur de F observée. La différence entre les barycentres des groupes est significative

### **II.5.2. Valeurs propres**

La valeur propre et le pourcentage de l'axe principal sont indiqués dans le tableau suivant:

**Tableau n° 39: Valeurs propres et pourcentage de variance**

	F1
Valeurs propres	233,157
% variance	100,000
% cumulé	100,000

L'axe unique F1 comporte à lui seul la totalité des informations

### **II.5.3. Description des groupes**

Le tableau suivant montre la fréquence des deux groupes formés

**Tableau n° 40: Fréquence des deux groupes formés**

Groupe	Fréquence
1	3
2	3

### **II.5.4. Caractérisation des groupes**

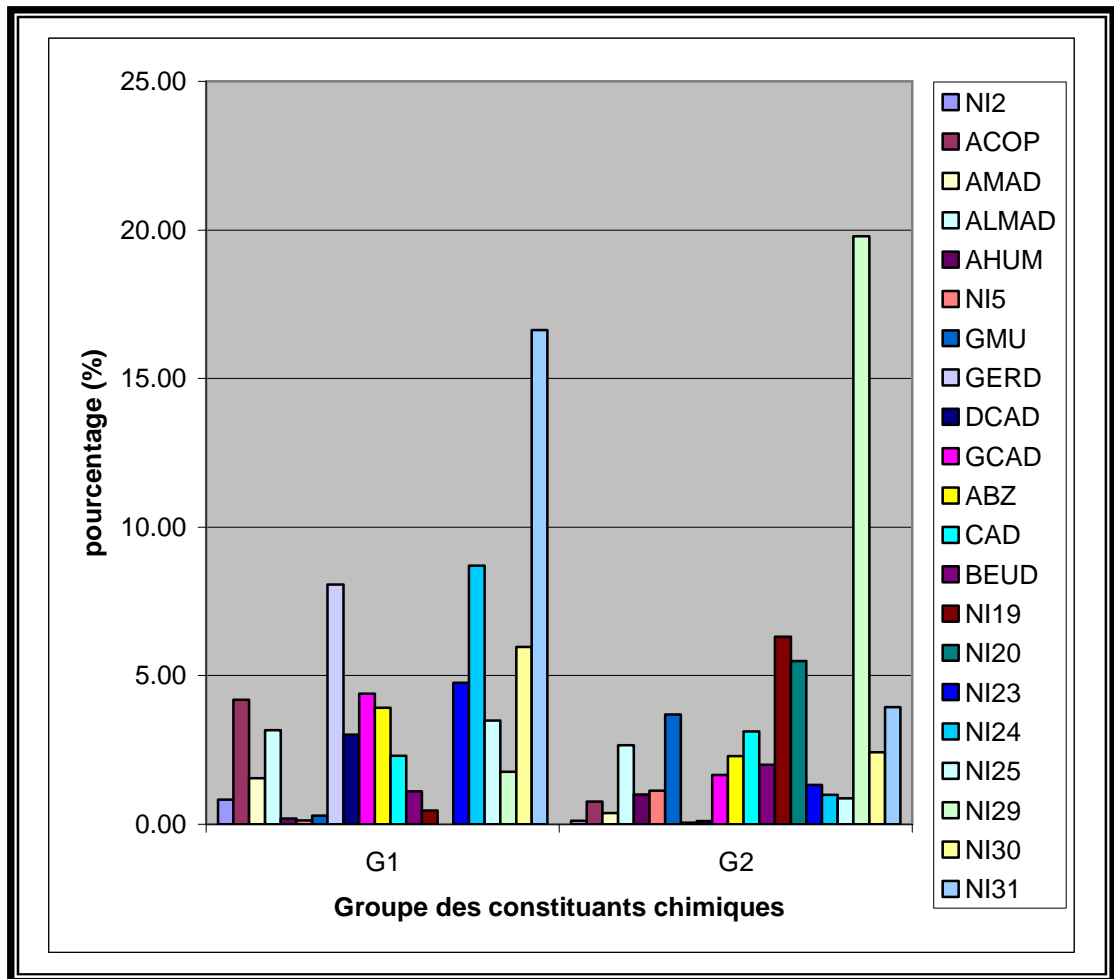
La classification à l'AFD a permis de constater que les six échantillons sont tous bien classés (à 100 %) dans les deux groupes préétablis lors de l'ACP.

Le tableau suivant décrit les groupes formés, bien classés.

**Tableau n° 41: Caractéristique descriptive des groupes formés**

N°pic	Constituant	CODE	GROUPE			
			1 (extraits)		2 (HE)	
			MOY	ET	MOY	ET
6	non identifié	NI2	0,83	0,41	0,12	0,11
7	$\alpha$ -Copaène	ACOP	4,19	0,10	0,76	0,22
14	Aromadendrène	AMAD	1,55	0,08	0,38	0,17
15	Alloaromadendrène	ALMAD	3,16	0,27	2,66	2,23
16	$\alpha$ -Humulène	AHUM	0,19	0,17	1,00	0,49
17	non identifié	NI5	0,13	0,14	1,13	0,95
18	$\gamma$ -Muuroène	GMU	0,29	0,25	3,69	0,91
23	Germacrène-D	GERD	8,08	0,52	0,05	0,09
25	$\delta$ -Cadinène	DCAD	3,01	0,14	0,11	0,18
29	$\gamma$ -Cadinène	GCAD	4,39	0,47	1,66	0,30
24	Acétate de Benzyle	ABZ	3,92	0,35	2,30	0,82
37	$\delta$ ou T Cadinol	CAD	2,31	0,90	3,12	1,40
41	$\beta$ -eudesmol	BEUD	1,11	1,00	2,01	0,69
48	non identifié	NI19	0,46	0,48	6,32	2,15
49	non identifié	NI20	0	0,00	5,49	1,70
52	non identifié	NI23	4,76	0,58	1,32	0,38
53	non identifié	NI24	8,70	0,85	0,99	0,16
54	non identifié	NI25	3,48	1,78	0,87	0,70
58	non identifié	NI29	1,76	0,07	19,79	0,65
59	non identifié	NI30	5,96	0,43	2,42	0,60
60	non identifié	NI31	16,64	1,46	3,94	1,92

La figure suivante représente les constituants chimiques des groupes formés en AFD.



**Figure n° 28: Comparaison des groupes de constituants chimiques des huiles essentielles et concrètes de *Cedrelopsis grevei* provenant de Sakaraha**

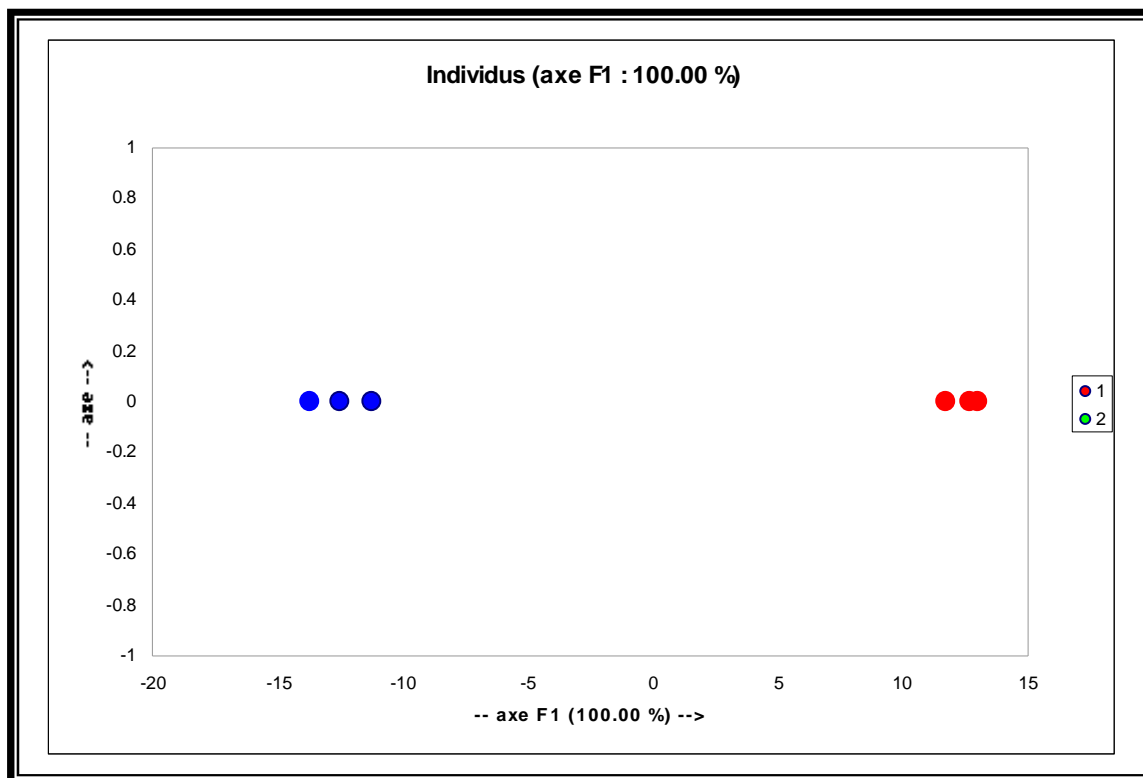
Le groupe 1 comprend trois observations. Il est caractérisé par des teneurs importantes en NI 31 et en NI 24 respectivement de 16,64 % et 8,70 %. Ce groupe rassemble tous les échantillons de concrètes.

Le groupe 2 comprend aussi trois observations. Il est caractérisé par la forte teneur en NI 29 et en NI 19 respectivement de 19,79 % et 6,39 %. Ce groupe rassemble tous les échantillons d'huiles essentielles.



### II.5.5. Synthèse: influence des deux méthodes d'extraction sur la composition chimique

Sur le graphique suivant est affiché la représentation des individus sur les axes factoriels. Ce graphique permet de confirmer que les individus sont bien discriminés sur les axes factoriels obtenus à partir des variables explicatives initiales.



: Huile essentielle



: Concrète

**Figure n° 29: Représentations graphiques des variables et individus des huiles et concrètes de Sakaraha en AFD**

Ce graphique montre que la composition chimique des extraits aromatiques et huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* sont différentes:

Les concrètes de *Cedrelopsis grevei* de Sakaraha sont caractérisés par une forte teneur en NI 31 (16,64 %) et en NI 24 (8,70 %).

Les huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* de Sakaraha sont caractérisées par une teneur importante en NI 29 (19,79 %) et en NI 19 (6,39 %).

Ces résultats sont nettement différenciés, ainsi l'hypothèse sur la notion de diversité entre la composition chimique des huiles essentielles et extraits aromatiques a été confirmée.

## **II.6. Caractérisation chimique des groupes formés**

Dans cette partie, nous allons spécifier d'une manière exhaustive les propriétés physico-chimiques et chimiques des groupes formés.

### **II.6.1. Les caractéristiques organoleptiques**

Le tableau n° 42 suivant présente les caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles et extraits aromatiques de *Cedrelopsis grevei*.

**Le tableau n° 42: Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles et concrètes de *Cedrelopsis grevei***

	GROUPE	
	1	2
Couleur	Foncé verdâtre	Marron clair
Aspect	Cireux	liquide mobile, limpide
Odeur	Fortement boisé mais agréable, caractéristique du <i>Cedrelopsis grevei</i>	

Cette observation jointe à la différence de couleur et aspect nous laisse proposer des aspects de variabilité qualitative entre les huiles essentielles et extraits aromatiques de *Cedrelopsis grevei*.

### **II.6.2. Evaluation du rendement d'extraction**

Le tableau n° 43 présente la comparaison du rendement obtenu en hydrodistillation et en extraction par solvant (en p/p %).

**Tableau n° 43: Comparaison du rendement d'extraction**

	Moyenne	Minimum	Maximum
Grp 1	3,22	3,04	3,44
Grp 2	0,15	0,11	0,18

Le rendement en extraction par solvant est élevé par rapport à celui de l'hydrodistillation. En effet, le rendement en extraction par solvant varie de 3,04 % à 3,44 % avec une moyenne de 3,22 %. Pour l'hydrodistillation, le rendement oscille entre 0,11 % à 0,15 % avec une moyenne de 0,15 %.

## CONCLUSION

L'objet de l'étude se porte sur l'espèce *Cedrelopsis grevei*. C'est une plante pérenne endémique à Madagascar appartenant à la famille des Ptaéroxylacées. Connue dans la grande île sous différents noms (Katrafay, Katafa, Mampandry...), le *Cedrelopsis grevei* se présente comme un arbre ou arbuste de 5 à 22 m de hauteur caractérisé par son port peu élané et un houppier étalé.

Les travaux antérieurs sur l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* ont montré qu'il y a une différence sur les constituants majoritaires de l'huile trouvée par divers auteurs. RAZANAMPARANY en 2005 a montré que le  $\beta$  - caryophyllène et le terpinène 4 - ol sont les composants majeurs de l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei*. Alors que pour GAUVIN *et al*, en 2003, le  $\beta$  - pinène et l'oxyde de caryophyllène sont les principaux constituants de ses huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei*.

Les échantillons d'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* que nous avons pris proviennent de cinq régions de collecte dont: Ankarafantsika, Antsalova, Belo, Sakaraha et Antevamena. La disponibilité de la plante nous a amené à choisir ces régions et aussi pour permettre de voir l'effet de l'origine géographique de la plante sur la composition chimique des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei*.

Les méthodes d'extraction adoptées pour le *Cedrelopsis grevei* sont l'hydrodistillation et la macération à froid. Ce choix se base sur la comparaison en rendements, en caractéristiques physico - chimiques, organoleptiques et composition chimique. Le solvant utilisé pour la macération à froid est l'éthanol qui est facilement volatil, chimiquement inerte avec l'extrait et de pureté analytique.

Les différentes molécules identifiées, issues des profils chromatographiques constituent les 21 variables sur les 25 observations. L'ACP et l'AFD ont montré l'existence de la variation de la composition chimique des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* suivant la région de collecte. Cette variation est montrée par la formation de 5 groupes:

- Le groupe 1 d'Ankarafantsika comprend 5 observations. Il est caractérisé par la forte teneur en NI 20 (8,46 %) et en NI 25 (3,50 %).
- Le groupe 2 d'Antsalova comprend 5 observations. Il est caractérisé par la teneur élevée en Germacrène-D, Aromadendrène, Alloaromadendrène et en Acétate de Benzyle (ABZ) respectivement de 11,4%; 10,65 %; 9,86 % et 6,43 %.
- Le groupe 3 de Sakaraha et 4 de Belo comprend 10 observations caractérisées par la teneur importante en NI 29 (20,96 % et 27,73 %) et en NI 19 (6,02 % et 4,85 %). Les différenciations entre ces deux groupes se font surtout sur:
  - La teneur élevée en NI 31 (3,68 %) et en  $\gamma$ -Muuroène (3,69 %) pour le groupe 3.
  - La teneur élevée en  $\delta$  ou T Cadinol (4,40 %), NI 30 (7,09 %) et en  $\beta$ -eudesmol (2,68 %).
- Le groupe 5 d'Antevamena comprend 5 observations. Il est caractérisé par la forte teneur en  $\delta$ -Cadinène,  $\alpha$ -Humulène,  $\gamma$ -Cadinène respectivement de 8,33 %; 2,87 % et 2,70 %.

Le rendement en huile essentielle varie suivant les 5 régions de collecte. Il passe de 0,06 %, pour Ankarafantsika, à 0,67 % pour Sakaraha.

Les analyses au laboratoire ont montré que la densité relative de l'huile essentielle de *Cedrelopsis grevei* ne présente pas une différence en fonction de la région avec une moyenne de 0,9635. Il en est de même pour l'indice de réfraction avec une moyenne de 1,4469. Pour les caractéristiques organoleptiques, l'aspect et l'odeur de se différencient pas, seule la couleur des huiles essentielles change suivant la région: Vert clair pour Ankarafantsika et Belo, marron clair pour Antsalova et jaune clair pour Sakaraha et Antevamena.

L'ACP et l'AFD des 12 échantillons (huile essentielle et concrète) provenant de Sakaraha et d'Antsalova n'ont pas permis de dégager l'effet de la méthode d'extraction sur la composition chimique. En effet, un ACP/AFD pour chaque région est nécessaire pour mettre en exergue l'effet de la méthode d'extraction sur la composition chimique.

L'ACP et l'AFD des échantillons provenant de Sakaraha ont permis de distinguer deux grands groupes:

- Le groupe 1 formé par les concrètes qui sont caractérisés par la forte teneur en NI 31 (16,64 %) et en NI 24 (8,70 %).
- Le groupe 2 formé par les huiles essentielles qui présentent une teneur élevée en NI 29 (19,79 %) et en NI 19 (6,39 %).

Il en est de même pour les échantillons d'Antsalova, l'ACP et l'AFD ont permis de distinguer deux grands groupes:

- Le groupe 1 composé par les concrètes se distingue par la forte teneur en Alloaromadendrène (22,83 %) et en Aromadendrène (9,72 %).
- Le groupe 2 composé par les huiles essentielles se caractérise par une teneur élevée en Germacrène D (12,04 %) et en  $\alpha$ -Copaène (11,2 %).

Le rendement en extraction par solvant est élevé par rapport à celui de l'hydrodistillation. Le rendement en concrète varie de 3,04 % à 3,44 % avec une moyenne de 2,22 %. Pour les huiles essentielles, le rendement oscille entre 0,11 % à 0,15 % avec une moyenne de 0,13 %. Les caractéristiques organoleptiques présentent une nette différence. Les concrètes sont cireux, de couleur foncée verdâtre alors que les huiles essentielles sont des liquides mobiles, limpides de couleur marron clair.

## BIBLIOGRAPHIE

- **AFNOR, 1992.** Recueil des normes françaises – Association Française de Normalisation, 4<sup>ème</sup> édition, Paris.
- **ABRAHAM, A., 1985.** Influence du facteur altimétrique sur la structure de la forêt de Kirindy. Mémoire d'Ingénieur. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques. Département des Eaux et Forêts. Université d'Antananarivo. 67P.
- **BEDEL, J., THIEL, J., 1974.** Bois et essences malgaches, FOFIFA – DRFP Antananarivo. Fiche n°49 (2<sup>ème</sup> supplément).
- **BESAIRIE, H., 1972.** Géologie de Madagascar. I – les terrains sédimentaires. Annales géologiques de Madagascar. XXXV PP 155 – 207.
- **BESAIRIE, H., 1973.** Précis de géologie malgache. Fascicule XXVI Antananarivo. 436P,
- **BOURGEAT, F., 1990.** Compte rendu de la mission effectuée à Madagascar en mai 1992; Intercoopération, 63P,
- **CAVALLI, J.F., TOMI, F., BERNARDINI, A.F., CASANOVA, J., 2003.** Composition and chemical variability of the bark oil of *Cedrelopsis grevei* H, Baillon from Madagascar. *Flavour and Fragrance journal*. **1**, 532 – 538.
- **CHAPERON, P., 1993.** Fleuves et rivières de Madagascar. ORSTOM -DMH – CNRE. Paris.
- **COURCHET, L., 1906.** Recherches monographiques et anatomiques sur le « Katrafay » de Madagascar. Annales du Musée de l'Institut colonial de Marseille.
- **DAGNELIE, P., 1986.** Théorie et méthodes statistiques. **2**. Les Presses Agronomiques de Gembloux. Gembloux. 361 – 375.
- **DIDAY, E., 1973.** The dynamic clusters method and sequentialization in non – hierarchical clustering. Analyse factorielle typologique. IRIA: Rapport de recherche n°26.
- **FRANCHOMME, P., 1995.** L'aromathérapie exactement. Ed JOLLOIS Roger. Limoges.

- **GAUVIN, A., RAVAOMANARIVO, H., SMADJA, J.,** 2003. Comparative analysis by chromatography – mass spectrometry of the essential oils from bark and leaves of *Cedrelopsis grevei* Baill. an aromatic and medicinal plant from Madagascar. *Journal of chromatography* , 279 – 282.
- **GOODMAN, S.M., LANGRAND, O.,** 1994. Inventaire biologique, forêt de Zombitse. Recherche pour le développement, série Sciences biologiques. WWF – CIDST. Antananarivo. N° spécial.
- **GOODMAN, S.M., LANGRAND, O.,** 1997. Inventaire biologique, forêt de Vohibisa et d'Isoky – Vohimena. Recherche pour le développement, série Sciences biologiques. WWF – CIDST. Antananarivo. N° 12.
- **HUDSON, J.B., LEE, M.K., RASOANAIVO, P.,** 2000. Antiviral Activities in plants endemics to Madagascar. *Pharmaceutical Biology*. **30**, n°1, 36 – 39.
- **KOECHLIN, J., GUILLAUMET, J.L., MORAT, Ph.,** 1974. Flore et végétation de Madagascar., Cramer. Vaduz. 687 pages 18. **LEROY, J, F., LESCOT, M.,** 1991. Les Ptaeroxylacées. Famille 107 Bis in Flore de Madagascar et des Comores. Muséum d'Histoire Naturelle. Paris.
- **KOECHLIN, J., GUILLAUMET, J.L., MORAT, Ph.,** 1974. Flore et végétation de Madagascar. Cramer. Vaduz. 687P.
- **LEBART, L., MORINEAU, A., PIRON, M.,** 1997. Statistique exploratoire multidimensionnelle. 2<sup>ème</sup> édition. Dunod Paris. 246 – 250.
- **LEROY, J.F., LESCOT, M.,** 1991. *Les Ptaeroxylacées*. Famille 107 bis in Flore de Madagascar et des Comores. Muséum d'histoire naturelle. Paris.
- **LEROY, J.F., LOBREAU – CALLEN, D., LESCOT, M.,** 1990. *Les Ptaeroxylacées* : Espèces naturelles du genre malgache *Cedrelopsis* et Palynologie de la famille. Muséum d'histoire naturelle. Paris. Section B.
- **LESPAGNE, C.,** 1992. Définition, objet, historique et bibliographie de l'analyse multivariée des données statistiques. 4P.
- **PENNINGTON, T.D., STYLES, B.T.,** 1975. A generic monograph of the *Meliaceae*, Blumea. 419 P.

- **PERRIER de la Bâthie**, 1954. Flore de Madagascar et des Comores. 138<sup>ème</sup> famille. *Canellacées*. Paris.
- **RAIVOARISOA, M.J.F.**, 1999. Etude de *Cedrelopsis grevei* dans la région de Morondava : Biologie, Ecologie, Régénération naturelle et aspect économique. Mémoire de DEA en Sciences Biologiques Appliquées. Faculté des Sciences. Option Ecologie Végétale. Université d'Antananarivo. 77P.
- **RAKOTOMALALA, H.**, 2004. Etude des huiles essentielles de *Cedrelopsis Grevei*, caractérisation – identification des constituants, activités biologiques. Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle. Faculté des Sciences. Option Chimie Physique. Université d'Antananarivo. 128 P.
- **RAKOTONIRINA, CUVELIER, A., FAVRE, J.C.**, 1984. La forêt du Menabe: une invitation au voyage... Intercoopération. Brochure.
- **RANAIVOSOA, B.**, 2006. Les déterminants chimiques et génétiques des variabilités spécifiques des constituants des huiles essentielles de *Cinnamosma fragrans* et de *Cinnamosma madagascariensis*. Mémoire DEA. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, département des Eaux et Forêts. Université d'Antananarivo. 124P.
- **RAMANOELINA, A.R.P.**, 2004. Industries des plantes aromatiques, huiles essentielles et extraits. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, département des Industries Agricoles et Alimentaires. Université d'Antananarivo. 92P.
- **RANDRIAMBOAVONJY, J.P.**, 1996. Les principaux pédopaysages à Madagascar. Thèses de doctorat. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, département des Eaux et Forêts. Université d'Antananarivo/Intercoopération. 117P.
- **RANDRIAMIHARISOA, P.R.**, 1996. La filière des huiles essentielles, une opportunité pour l'avenir. Dossier ACTES. Les plantes aromatiques et médicinales. Séminaire tenu au CITE du 17 au 22 Juin 1996 organisé par CIRAD – CITE, GRET. 41 – 43.
- **RANDRIANARIVELOSEHENO, A.J.M.**, 2002. Système pastoral en vue d'une élaboration d'un plan de gestion des pâturages: Cas de la région de Sainte Marie (Zone périphérique du parc nationale d'Ankarafantsika. Mémoire de DEA. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, département des Eaux et Forêts. Université d'Antananarivo. 91 P.



- **RANDRIATAVY**, 1993. La forêt de Zombitsy Sakaraha. Mémoire de maîtrise en géographie. Université de Tuléar.
- **RAOBELISON, F.J.L.**, 2004. Contribution à l'étude de la variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de *Ravensara aromatica* Sonnerat dans la région de Betanimainty. Mémoire d'Ingénieur. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, département des Industries Agricoles et Alimentaires. Université d'Antananarivo. 67P.
- **RAOELIARISOA, M.**, 1995. Comportement sylvicole de *Cedrelopsis grevei* à travers la régénération naturelle. Mémoire d'Ingénieur. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, département des Eaux et Forêts. Université d'Antananarivo. 73P.
- **RAZAFINDRAMANGA, M.**, 1990. Esquisse de carte forestière en vue d'exploitation par interprétation visuelle de prises de vues satellitaires, Cas de la forêt de Kirindy Morondava. Mémoire de DEA Ecologie forestière. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, département des Eaux et Forêts. Université d'Antananarivo. 106 P.
- **RAZAFINIMANANA, E.J.**, 2001. Etude de l'optimisation de la production de l'huile essentielle de *Ravensara aromatica* Sonnerat dans la région de Moramanga. Mémoire d'Ingénieur. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, département des Industries Agricoles et Alimentaires. Université d'Antananarivo. 85P.
- **RAZAFINTSALAMA, V.**, 2004. Aspects des impacts du type d'exploitation sur la diversité floristique de la forêt de Kirindy – Morondava. Mémoire de DEA. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, département des Eaux et Forêts. Université d'Antananarivo. 86 P.
- **RAZANAMPARANY, L.A.**, 2005. Etude prospective des essences aromatiques de la forêt de Tsianimpihy – Antsalova. Mémoire d'Ingénieur. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, département des Industries Agricoles et Alimentaires. Université d'Antananarivo. 89 P.
- **RAZANATSIMBA, M.F.**, 2005. Contribution à l'étude de la dynamique de reconstitution de la forêt de Kirindy – Morondava après exploitation. Mémoire d'Ingénieur. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, département des Eaux et Forêts. Université d'Antananarivo. 65P.
- **RHONER, U., SORG, J.P.**, 1989. Observations phénologiques en forêts denses sèches (tome I).

- **ROGER, E.**, 1983. Contribution à l'étude de la végétation des savanes d'Ampijoroa: Analyse floristique. Mémoire de DEA. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques. département des Eaux et Forêts. Université d'Antananarivo. 53 P.
- **SAMISOA, G.**, 1998. Contribution à l'étude de la dynamique de la population de *Cedrelopsis grevei* dans la forêt de Zombiste et sa régénération naturelle. Mémoire DEA. Faculté des Sciences. Option physiologie végétale. Université d'Antananarivo. 58P.
- **SEGALEN, P.**, 1957. Etude des sols dérivés des roches volcaniques basiques à Madagascar. Mémoire ISM. 181 P.
- **SORG, J.P.**, 1996. Vernacular and scientific names of plants of the Morondava region. In GANZHORN J.U. and SORG, J.P.: Ecology and Economy of Tropical Dry Forest.
- **SORG, J.P., RHONER, U.**, 1996. Climate and tree phenology of the dry deciduous forest of the Kirindy Forest. In GANZHORN J.U. and SORG, J.P.: Ecology and Economy of Tropical Dry Forest.
- **TOMASSONE, R., DERWING C., PIRON, M.**, 1993. Biométrie, Modélisation des phénomènes biologiques. MASSON. Paris. 115 – 121.
- **TRANCHANT, T.**, 1982. Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse, 3<sup>ème</sup> édition. MASSON.

## ANNEXES

### **ANNEXE 1 : HYDRODISTILLATION**

#### **Matériels :**

- Hydrodistillateur composé d'un bec bunsen
- Balance analytique
- Flacon de 10 ml
- Une seringue

#### **Mode opératoire**

- Prise d'essais : échantillon frais
- Arracher les feuilles de l'échantillon frais, les grosses tiges seront jetées
- Peser l'échantillon frais à 0,01 près (M)
- Introduire l'échantillon dans un ballon de 2 litres, Prendre la précaution de ne pas trop tasser les échantillons dans le ballon, de bien les répartir dans toute sa contenance afin d'éviter une mauvaise répartition de la température
- Remplir de l'eau jusqu'au deux tiers du ballon
- Placer le raccord de réduction entre le ballon et l'essencier en mettant un peu de graisse neutre (silicone) pour assurer l'étanchéité et faciliter le démontage de l'appareil
- Ouvrir le robinet du réfrigérant pour faire circuler l'eau
- Allumer le feu en réglant le gaz pour avoir la température adéquate
- A la fin de la distillation, prélever l'essence surnageant l'eau en ouvrant le robinet de l'essencier et récupérer l'essence dans un flacon préalablement taré (A)
- Sécher l'HE mélangée avec de l'eau en utilisant une seringue 10 ml
- Peser de nouveau le flacon (B) sur une balance de précision à 0,0001 g près

## **ANNEXE 2 : DENSITE RELATIVE**

### **Matériels**

- Pycnomètre
- Balance analytique au  $10^{-4}$  g près
- Etuve
- Papier Joseph

### **Réactifs**

- Eau distillée
- Alcool

### **Mode opératoire**

- Peser le pycnomètre vide parfaitement propre et sec (A)
- Laisser dans le milieu ambiant jusqu'à atteinte d'un équilibre de température
- Remplir avec de l'eau distillée et peser (B)
- Vider le pycnomètre, Rincer avec un peu d'alcool, Sécher l'étude
- Remplir le pycnomètre d'HE
- Bien essuyer le pycnomètre et peser
- Vider le pycnomètre, Rincer-le avec de l'hexane et de l'alcool puis sécher à l'étuve

### **Calcul de la densité**

Soit A : la masse du pycnomètre vide

B : la masse du pycnomètre + eau distillée

C : la masse du pycnomètre + HE

$$D_t = \frac{C - A}{B - A} \times \Delta + 0,0012 \left[ 1 - \frac{C - A}{B - A} \times \Delta \right]$$

$\Delta$  : Densité de l'eau à la température t

La précision de la masse est de +/- 0,0005

### **Coefficient de correction**

La densité diminue quand la température augmente d'où le coefficient 0,0008 à ajouter par degré supérieur à 20°C et à retrancher par degré inférieur à 20°C,

### **ANNEXE 3 : INDICE DE REFRACTION**

#### **Matériels**

- Réfractomètre d'ABBE
- Source de lumière
- Papier Joseph

#### **Réactif**

- Alcool

#### **Mode opératoire**

- Laver les prismes de réfractomètre à l'alcool puis essuyer avec du papier Joseph
- Verser 1 à 2 gouttes d'essence entre les prismes
- Déplacer la lunette de visée pour que la ligne de séparation de la plage claire et de la plage sombre se situe à la croisée des fils du réticule
- Lire l'indice de réfraction de l'essence à la température  $t$ , faire deux lectures et prendre la moyenne,
- Bien nettoyer les prismes avec de l'alcool après utilisation
- Précision de la mesure :  $\pm 0,0002$

#### **Correction**

L'indice de réfraction diminue quand la température augmente d'où la nécessité d'une correction lorsque la température est :

- Inférieure à 20°C, retrancher 0,00044 par degré
- Supérieure à 20°C, ajouter 0,00044 par degré

## **ANNEXE 4 : CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE**

### **Mode opératoire**

- Brancher le système électrique
- Ouvrir la vanne du gaz vecteur (N<sub>2</sub>) et celle de l'hydrogène alimentant le détecteur
- Mettre l'interrupteur du chromatographe en position de marche pour chauffer l'appareil
- Faire le même pour l'intégrateur
- Fixer les conditions opératoires :
  - Colonne DB WAX 30m
  - Sur le chromatographe
    - Pression d'entrée : 0,35 bar
    - Température :
      - Injecteur 250°C
      - Détecteur 250°C
      - Colonne en propagation de température :
        - T<sub>i</sub> = 60°C
        - T<sub>f</sub> = 220°C
        - Vitesse de propagation = 3°C/mn
  - Sur l'intégrateur
    - Sensibilité du chromatographe : 0,1
    - Width (largeur du pic à mi-hauteur) : 5 secondes
    - Slope (bruit de fond) : 2500
    - Min area (aire maximum intégrée) : 9000
    - Atténuation : 32
    - Speed (vitesse de déroulement du papier) : 5mm/min
- Injecter selon les échantillons à analyser (0 – 0,1µl)
- Appuyer sur le START immédiatement après injection pour mettre en marche l'intégrateur

**ANNEXE 5: PARAMETRES STATISTIQUES DES HUILES ESSENTIELLES ET CONCRETES**

		groupe	NI2	ACOP	AMAD	ALMAD	AHUM	NI5	GMU	GERD	DCAD	GCAD	ABZ	CAD	BEUD	NI19	NI20	NI23	NI24	NI25	NI29	NI30	NI31
1	A12	1	1,3	4,25	1,48	2,94	0,23	0,12	0,45	7,84	3,06	4,92	4,13	3,18	0	0,25	0	4,86	9,31	4,98	1,72	6,35	16,69
2	A3	1	0,63	4,24	1,53	3,08	0,34	0,28	0,43	7,72	2,86	4,22	3,52	2,36	1,94	1,01	0	5,28	7,73	1,51	1,73	5,5	15,16
3	P14	1	0,57	4,08	1,63	3,47	0	0	0	8,67	3,12	4,03	4,11	1,38	1,38	0,12	0	4,14	9,07	3,96	1,84	6,04	18,07
4	CGA3	1	1,92	4,88	8,96	23,49	2,21	4,01	2,02	6,45	3,71	2,1	1,86	1,09	1,11	1,01	0,25	0,12	1,03	2,31	1,41	0,24	0,13
5	CGA11	1	2,1	5,29	9,65	20,54	3,42	3,07	2,94	5,35	3,58	3,41	2,36	1,1	1,15	2,1	0,36	0,1	0,87	1,98	1,48	0,1	0,9
6	CGA1	1	2,21	4,25	10,56	24,46	2,87	4,13	2,72	6,43	2,98	3,1	1,16	1,05	1,15	1,14	0,21	0,15	0,68	1,26	1,21	0,9	0,12
7	CGA3	2	0	10,74	12,73	12,63	3,24	0,94	1,69	7,51	3,29	0,35	2,09	0,1	2,02	0,84	2,34	1,05	0,92	0,7	1,87	0,98	0,22
8	CGA11	2	0	10,99	1,67	2,93	1,95	1,91	1,81	14,34	0	3,33	9,21	2,77	2,73	0,79	1,08	1,37	0,98	1,47	1,19	2,25	0,2
9	CGA1	2	0	11,87	3,27	4,17	1,3	1,77	2,05	14,27	0	2,01	9,22	1,13	3,23	1,03	0,71	1,05	1,04	1,56	1,61	0,34	0,24
10	A12	2	0,22	0,67	0,19	3,77	0,66	2,05	4,07	0,16	0	1,34	1,84	4,66	2,71	8,78	7,43	1,57	0,81	0,12	20,45	2,55	3,55
11	A3	2	0,15	0,6	0,52	0,09	1,56	0,16	2,66	0	0,32	1,93	3,24	2,8	1,98	5,34	4,76	1,51	1,09	1,49	19,76	2,94	2,24
12	P14	2	0	1,01	0,42	4,11	0,77	1,17	4,35	0	0	1,7	1,81	1,91	1,33	4,83	4,27	0,89	1,07	1,01	19,16	1,76	6,02

## ANNEXE 6: PARAMETRES STATISTIQUES DES HUILES ESSENTIELLES

	N12	ACOP	AMAD	ALMAD	AHUM	N15	GMU	GERD	DCAD	GCAD	ABZ	CAD	BEUD	N19	N120	N123	N124	N125	N129	N130	N131	groupe	
1	27	1,3	0,9	0,59	2,28	3,1	2,34	2,56	7,64	3,94	2,41	3,91	0,23	0,37	2,67	7,01	0,88	2,25	2,92	3,08	0,57	3,61	1
2	23	0,93	0,5	0	0	3,24	2,11	2,2	6,58	3,87	1,79	3,66	0,21	0,25	3,01	9,92	1,14	2,55	3,78	3,95	0,2	4,98	1
3	28	0,98	0,56	0	2,31	3,85	2,56	2,36	6,85	3,89	1,99	3,87	0,24	0,31	2,45	8,56	0,85	2,13	3,15	4,01	0,12	3,56	1
4	24	1,23	0,45	0	1,25	2,89	1,99	2,96	6,56	3,25	1,57	2,96	0,36	0,54	2,15	7,54	0,98	2,54	3,42	5,21	0,13	3,87	1
5	11	1,26	0,58	0,12	1,12	3,14	2,44	2,31	7,89	4,12	1,59	3,25	0,68	0,36	2,18	9,26	0,48	3,45	4,23	4,32	0,14	2,89	1
6	3	0	10,74	12,73	12,63	3,24	0,94	1,69	7,51	3,29	0,35	2,09	0,1	2,02	0,84	2,34	1,05	0,92	0,7	1,87	0,98	0,22	2
7	11	0	10,99	1,67	2,93	1,95	1,91	1,81	14,34	0	3,33	9,21	2,77	2,73	0,79	1,08	1,37	0,98	1,47	1,19	2,25	0,2	2
8	1	0	11,87	3,27	4,17	1,3	1,77	2,05	14,27	0	2,01	9,22	1,13	3,23	1,03	0,71	1,05	1,04	1,56	1,61	0,34	0,24	2
9	15	0,68	5,98	17,35	16,32	3,99	0,13	0,16	10,77	0	0,62	5,32	0,96	0,39	0,41	1,05	0,23	1,33	0,26	1,32	0,35	0,25	2
10	2	0,87	6,48	18,25	13,26	4,26	0,12	0,11	10,1	0	0,36	6,32	0,98	0,42	0,36	0,9	0,01	0,97	0,13	1,35	0,28	0,14	2
11	A12	0,22	0,67	0,19	3,77	0,66	2,05	4,07	0,16	0	1,34	1,84	4,66	2,71	<b>8,78</b>	7,43	1,57	0,81	0,12	<b>20,5</b>	2,55	3,55	3
12	A3	0,15	0,6	0,52	0,09	1,56	0,16	2,66	0	0,32	1,93	3,24	2,8	1,98	<b>5,34</b>	4,76	1,51	1,09	1,49	<b>19,8</b>	2,94	2,24	3
13	P14	0	1,01	0,42	4,11	0,77	1,17	4,35	0	0	1,7	1,81	1,91	1,33	<b>4,83</b>	4,27	0,89	1,07	1,01	<b>19,2</b>	1,76	6,02	3
14	P13	0,15	1,61	2,28	1,85	0,07	0,14	2,04	0	0,08	1,06	1,3	1,69	0	<b>6,97</b>	1,47	0,36	0,28	0,7	<b>13,5</b>	1,64	4,63	3
15	A15	0,2	1,46	0,43	1,16	0,45	0,49	5,33	0,98	0,22	0,54	0,28	0,4	0,27	<b>4,19</b>	5,41	0,95	1,25	1	<b>27,8</b>	0,37	1,98	3
16	13	0	0,36	0,21	0,99	1,26	0,85	1,52	1,53	0,47	0,53	2,56	4,24	2,69	<b>5,67</b>	0	2,29	0,7	3,4	<b>12,3</b>	6,15	1,37	4
17	14	0	0,31	0,36	1,06	0,33	0,63	2,16	0,17	0	0,22	2,79	3,96	2,74	<b>4,02</b>	2,71	2,81	0,55	2,91	<b>22,1</b>	5,47	1,98	4
18	3	0	1,06	0,87	1,08	0,34	1,14	1,14	0,23	0,37	0,94	2,46	1,87	2,61	<b>6,58</b>	4,19	2,03	1	1,74	<b>16,7</b>	2,83	5,01	4
19	2	0	0,54	0	0,55	0,24	0,58	0,51	0,27	0	0,29	1,89	5,6	4,01	<b>5,12</b>	4,25	0,54	1,55	0,55	<b>13,4</b>	2,96	4,02	4
20	12	0	0,37	0,42	0,6	0,29	0,15	1,56	0,09	0,09	0,26	1,6	6,33	1,37	<b>2,85</b>	1,94	1,79	1,51	2,36	<b>23,6</b>	4,15	1,43	4
21	13	0,34	3,96	4,02	4,95	<b>5,6</b>	1,92	2,1	0,58	<b>7,32</b>	<b>1,94</b>	7,28	1,24	1,46	0,97	2,6	0	7,87	1,91	2,41	4,87	0,67	5
22	2	0,4	2,17	4,81	0,7	<b>2,12</b>	2,12	0,36	2,56	<b>5,66</b>	<b>3,77</b>	2,8	3,34	0	2,32	2,1	0	2,45	1,7	1,39	8,21	1,04	5
23	10	0,07	3,83	6,71	6,46	<b>3,01</b>	2,61	0,66	3,97	<b>7,49</b>	<b>2,16</b>	3,32	1,76	1,72	1,55	1,24	0	0,35	0,89	2,4	2,85	3,17	5
24	5	0,05	5,36	5,26	3,26	<b>8,26</b>	3,26	0,36	6,89	<b>8,56</b>	<b>3,26</b>	3,26	1,58	0,74	0,59	1,56	0	0,68	0,78	2,36	3,25	2,15	5
25	9	0,63	5,26	6,32	5,35	<b>7,26</b>	1,56	3,21	0,68	<b>8,32</b>	<b>2,36</b>	0,25	2,14	1,26	0,98	3,21	0,1	8,56	2,31	2,35	4,68	0,21	5



**Nom: RAZAFIMAMONJISON**

**Prénoms: Dina Emile Nicolas Gaylor**

**Thème: Etude de la variabilité qualitative et quantitative de l'huile essentielle de Cedrelopsis grevei en vue d'une meilleure valorisation**

## **RESUME**

L'étude porte sur les facteurs responsables de la variabilité qualitative et quantitative des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* (Katrafay). Les échantillons ont été collectés dans la forêt de Tsianimpihy – Antsalova, dans la forêt d'Ankarafantsika, dans la forêt de Mite (Belo et Antevamena) et dans la forêt de Zombitse – Sakaraha.

Les résultats statistiques ont montré la variation de la composition chimique des huiles essentielles suivant les sites de collecte:

- Ankarafantsika, caractérisé par la forte teneur en NI 20 (8,46 %).
- Antsalova, caractérisé par la teneur élevée en Germacrène-D (11,4%).
- Sakaraha caractérisé par la teneur importante en NI 29 (20,13 %) et en  $\gamma$ -Muuroolène (3,69 %).
- Belo, caractérisé par la teneur élevé en NI 29 (17,61 %) et en  $\delta$  ou T Cadinol (4,41 %).
- Antevamena, caractérisé par la forte teneur en  $\delta$ -Cadinène (7,47 %).

Les analyses statistiques ont montré la variation de la composition chimique suivant les deux méthodes:

- Les concrètes caractérisées par la forte teneur en Alloaromadendrène (22,83 %).
- Les huiles essentielles caractérisées par la teneur importante en Germacrène D (12,04 %).

**Mots clés:** *Cedrelopsis grevei*, hydrodistillation, macération à froid, huiles essentielles, concrètes, ACP, AFD.

## **ABSTRACT**

The study concerns factors responsible for the qualitative and quantitative variability of the essential oil of *Cedrelopsis grevei*. Samples were collected in the forest of Tsianimpihy – Antsalova, in the forest of Ankarafantsika, in the forest of Mite (Belo and Antevamena) and in the forest of Zombitse – Sakaraha.

The statistical results showed the variation of the chemical composition of essential oil following the sites of collection:

- Ankarafantsika, characterized by the strong content NI 20 (8,46 %).
- Antsalova, characterized by the strong content Germacrène-D (11,4%).
- Sakaraha, characterized by the important content NI 29 (20,13 %) and  $\gamma$ -Muuroolène (3,69 %).
- Belo, characterized by the important content NI 29 (17,61 %) and  $\delta$  or T Cadinol (4,41 %).
- Antevamena, characterized by the strong content  $\delta$ -Cadinène (7,47 %).

The statistical results showed the variation of the chemical composition following both methods of extraction:

- Concrete characterized by the strong content Alloaromadendrène (22,83 %).
- Essential oil characterized by the important content Germacrène D (12,04 %).

**Key words:** *Cedrelopsis grevei*, hydrodistillation, cold maceration, essential oil, concrete, ACP, AFD.