



**PROJET OIBT-CITES: Provision de données taxonomiques, validation et mise au point de méthodes de quantification pour la gestion durable des bois précieux de Madagascar**

**RAPPORT FINAL 2013**

**Département de Biologie et Ecologie Végétales (DBEV) – Faculté des Sciences - BP 906  
Université d'Antananarivo, Antananarivo 101  
Madagascar**

## **REMERCIEMENT**

Nous sommes très reconnaissants à la Direction des Forêts (DF), au Madagascar National Parks (MNP) de nous avoir octroyé les autorisations de recherche et de collecte ainsi que pour le support technique de leurs agents lors des travaux de terrain.

Nous remercions l'Organe de Gestion CITES pour son appui lors de la réalisation de ce travail.

Nous remercions la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo pour avoir mis à notre disposition tous les moyens techniques et humains pour le bon déroulement de ce projet.

Nous sommes reconnaissants aux contributions des membres de l'Autorité Scientifique Flore.

Ce projet a été financé par le Royaume de Norvège via le projet OIBT- CITES. Nous remercions l'OIBT et la CITES pour leur support lors de la réalisation de ce travail.

**AGENCE D'EXECUTION**

Département de Biologie et Ecologie Végétales de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo (DBEV) – Autorité Scientifique CITES Flore

**AGENCE COLLABORATRICE**

(i) Organe de Gestion CITES Flore - Ministère de l'Environnement et des Forêts

(iii) Missouri Botanical Garden

**DUREE (mois)**

15 mois

**DATE DE LANCEMENT PROPOSEE**

Juillet 2012

**BUDGET ET SOURCE DE FINANCEMENT PROPOSEE**

Contribution du gouvernement de Norvège via OIBT : 65 034 USD

Contribution du gouvernement de Madagascar (en nature) : 5 000 USD

Total : 70 034 USD

**Coordinateur du projet :**

- Dr. Aro Vonjy Ramarosandratana

**1- Blocs de travaux « validation et mise au point de méthodes de quantification » - DBEV**

Responsable : Pr. Vonjison Rakotoarimanana

Membres :

Dr. Zo Lalaina Razafiarison, spécialiste en écologie du paysage

Dr. Fidèle Raharimalala, ethnobotaniste

Dr. Harisoa Ravaomanalina, spécialiste en anatomie du bois

Dr. Nivo Razafimamonjy, écologiste spécialiste des Dalbergias

**2- Blocs de travaux « Provision de données taxonomiques » - MBG**

Responsable : Dr. Sylvie Andriambololonera

Membres :

Dr. Pete Lowry

Soafara Andrianarivelo

Noro Ravalolomanana

Ornella Randriambololomamonjy

SOMMAIRE

|  |     |
|--|-----|
| <b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....  | ii  |
| <b>LISTE DES FIGURES</b> .....   | iii |
| <b>LISTE DES CARTES</b> .....  | iv  |
| <b>LISTE DES PHOTOS</b> .....  | iv  |
| <b>Résumé</b> .....  | 1   |
| <b>INTRODUCTION</b> .....  | 3   |
| <b>Partie I. CONSIDERATIONS GENERALES</b> .....  | 6   |
| <b>I- Les zones éco-floristiques des deux genres (<i>Dalbergia</i> et <i>Diospyros</i>)</b> .....  | 7   |
| <b>II-Description des formations végétales par zone éco-floristique</b> .....  | 9   |
| <b>Partie II. MATERIELS ET METHODES</b> .....  | 11  |
| <b>II.1. Choix des espèces : les espèces de l'Annexe III acceptées en Annexe II</b> .....  | 12  |
| <b>II.1.1. Critères de choix</b> .....   | 12  |
| <b>II.1.2. Considérations taxonomiques</b> .....   | 12  |
| <b>II.2. Choix des sites</b> .....   | 14  |
| <b>II.2.1. Etats de connaissance</b> .....   | 14  |
| <b>II.2.2. Synthèse globale des résultats obtenus dans chaque site</b> .....   | 22  |
| <b>II.3. Traitement des images</b> .....   | 25  |
| <b>II.3.1. Types des images</b> .....  | 25  |
| <b>II.3.2. Choix de traitement</b> .....   | 26  |
| <b>II.3.3. Traitement Orienté Objet</b> .....  | 27  |
| <b>II.4. Collecte des données</b> .....  | 30  |
| <b>II.4.1. Recueils bibliographiques</b> .....   | 30  |
| <b>II.4.2. Consultations des herbiers</b> .....  | 30  |
| <b>II.4.3. Enquêtes ethnobotaniques</b> .....  | 30  |
| <b>II.4.4. Relevés écologiques</b> .....   | 31  |
| <b>II.5. Traitement et analyse des données</b> .....   | 32  |
| <b>Partie III. RESULTATS</b> .....   | 34  |
| <b>III.1. Les critères d'identification de population ou de peuplement sur l'image</b> .....   | 35  |
| <b>III.2. Caractérisation de l'habitat des espèces cibles</b> .....  | 51  |
| <b>III.3. Caractérisation biométrique et démographique des espèces cibles</b> .....  | 68  |
| <b>III.3.1. Caractéristiques des espèces de bois précieux au niveau des parcelles, des sites d'étude et des formations végétales</b> ..... | 68  |
| <b>III-3-2-Caractéristiques des espèces de bois précieux par zone écofloristique</b> .....   | 104 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>III.4. Synthèse : correspondance entre les critères d'identification des unités de végétation délimitées sur la carte et les caractéristiques biométriques des espèces cibles.....</b> | <b>107</b> |
| <b>III.5. Utilisation des bois précieux .....</b>   | <b>113</b> |
| <b>III.5.1. Utilisations locales .....</b>  | <b>113</b> |
| <b>III.5.2. Commercialisation des bois précieux .....</b>   | <b>114</b> |
| <b>III.6. Menaces et pressions sur les ressources en bois précieux.....</b>   | <b>118</b> |
| <b>III.7. Proposition de plan de gestion des espèces cibles.....</b>  | <b>120</b> |
| <b>PROBLEMES RENCONTRES LORS DE LA REALISATION DE CETTE ETUDE.....</b>  | <b>126</b> |
| <b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>   | <b>126</b> |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>   | <b>128</b> |
| <b>PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES.....</b>  | <b>131</b> |

### LISTE DES TABLEAUX

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1: Densité spécifique et taux de régénération des espèces de bois précieux dans la forêt d'Andranomenahely –Andapa.....    | 16 |
| Tableau 2: Potentialités en bois précieux dans le site d'Andranopasy.....  | 16 |
| Tableau 3: Données écologiques et potentialités en bois précieux dans la région de Menabe centrale (NW, SE, W) .....               | 17 |
| Tableau 4: Données écologiques et potentialités en bois précieux dans les trois secteurs Ambanizana, Beambazaha, Ampanavoana ..... | 20 |
| Tableau 5: Evaluation écologique des espèces de bois précieux les plus commercialisées en 2010 ....                                | 21 |
| Tableau 6: Nombre de population spécifique dans et hors AP.....  | 22 |
| Tableau 7: Les sites d'étude .....   | 25 |
| Tableau 8: Caractéristiques des images SPOT utilisées dans cette étude .....   | 26 |
| Tableau 9: Paramètres utilisés pour la segmentation et la classification orientée objet des scènes SPOT .....                      | 29 |
| Tableau 10: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Ankarafantsika .....   | 37 |
| Tableau 11: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Bongolava .....  | 37 |
| Tableau 12: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Mahamavo.....  | 39 |
| Tableau 13: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Zahamena .....   | 41 |
| Tableau 14: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Ranomafana.....  | 43 |
| Tableau 15: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Betioky Sud.....   | 45 |
| Tableau 16: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Mahabo-Mananivo .....  | 47 |
| Tableau 17: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Manombo .....  | 49 |
| Tableau 18: Liste des espèces de bois précieux par site d'étude.....   | 51 |
| Tableau 19: Caractéristiques bioécologiques de <i>Dalbergia monticola</i> .....  | 70 |
| Tableau 20: Caractéristiques bioécologiques de <i>Dalbergia madagascariensis</i> .....   | 74 |
| Tableau 21: Caractéristiques bioécologiques de <i>Dalbergia mollis</i> .....   | 78 |
| Tableau 22: Caractéristiques bioécologiques de <i>Dalbergia purpurascens</i> .....   | 80 |
| Tableau 23: Caractéristiques bioécologiques de <i>Dalbergia tsiandalana</i> .....  | 81 |
| Tableau 24: Caractéristiques bioécologiques de <i>Dalbergia trichocarpa</i> .....  | 83 |
| Tableau 25: Caractéristiques bioécologiques de <i>Dalbergia peltieri</i> .....   | 84 |
| Tableau 26: Caractéristiques bioécologiques de <i>Dalbergia peltieri</i> .....   | 87 |

|   |     |
|---|-----|
| Tableau 27: Caractéristiques bioécologiques de <i>Diospyros macrosepala</i> .....   | 94  |
| Tableau 28:Caractéristiques bioécologiques de <i>Diospyros gracilipes</i> .....   | 95  |
| Tableau 29: Caractéristiques bioécologiques de <i>Diospyros myriophylla</i> .....   | 99  |
| Tableau 30: Caractéristiques bioécologiques de <i>Diospyros gracilipes</i> var. <i>velutipes</i> .....  | 103 |
| Tableau 31: Caractéristiques des bois précieux de la zone écofloristique orientale de basse altitude  | 105 |
| Tableau 32: Caractéristiques des bois précieux de la zone écofloristique orientale de moyenne altitude .....  | 106 |
| Tableau 33: Caractéristiques des bois précieux de la zone écofloristique occidentale de basse altitude .....  | 107 |
| Tableau 34: Relation entre les unités de végétation et les données dendrométriques des espèces cibles .....   | 108 |
| Tableau 35: Synthèse des informations chiffrées sur les exploitations illégales de bois de rose dans la région Nord-Est de Madagascar (Source :Wilmé et <i>al.</i> , 2009). ..... | 114 |
| Tableau 36 : Evaluation des pressions et menaces.....   | 121 |
| Tableau 37 : Tableau 37 : Analyse FFOM des mesures proposées.....   | 122 |
| Tableau 38 : Plan de gestion.....   | 124 |

### LISTE DES FIGURES

|  |    |
|--|----|
| Figure 1: Structure démographique de <i>Dalbergia monticola</i> dans la forêt de Zahamena.....           | 70 |
| Figure 2: Structure démographique de <i>Dalbergia monticola</i> à Ranomafana.....                        | 70 |
| Figure 3: Structure démographique de <i>Dalbergia monticola</i> à Kianjavato.....                        | 71 |
| Figure 4: Structure démographique de <i>Dalbergia baronii</i> .....                                      | 71 |
| Figure 5: Structure démographique de <i>Dalbergia chapelierii</i> .....                                  | 72 |
| Figure 6: Structure démographique de <i>Dalbergia madagascariensis</i> dans la forêt de Kianjavato ..... | 73 |
| Figure 7: Structure démographique de <i>Dalbergia madagascariensis</i> dans la forêt de Manombo .....    | 74 |
| Figure 8: Structure démographique de <i>Dalbergia madagascariensis</i> dans la forêt de Mahabo.....      | 74 |
| Figure 9: Structure démographique de <i>Dalbergia normandii</i> .....                                    | 75 |
| Figure 10: Structure démographique de <i>Dalbergia orientalis</i> .....                                  | 76 |
| Figure 11: Structure démographique de <i>Dalbergia maritima</i> .....                                    | 77 |
| Figure 12: Structure démographique de <i>Dalbergia mollis</i> .....                                      | 77 |
| Figure 13: Structure démographique de <i>Dalbergia purpurascens</i> dans la forêt d'Analabe.....         | 79 |
| Figure 14: Structure démographique de <i>Dalbergia purpurascens</i> dans la forêt d'Ankarafantsika.....  | 79 |
| Figure 15: Structure démographique de <i>Dalbergia purpurascens</i> dans la forêt de Betioky Sud.....    | 80 |
| Figure 16: Structure démographique de <i>Dalbergia trichocarpa</i> dans la forêt d'Analabe.....          | 82 |
| Figure 17: Structure démographique de <i>Dalbergia trichocarpa</i> dans la forêt d'Ankarafantsika.....   | 82 |
| Figure 18: Structure démographique de <i>Dalbergia peltieri</i> dans la forêt d'Ankarafantsika .....     | 84 |
| Figure 19: Structure démographique de <i>Dalbergia peltieri</i> dans la forêt d'Analabe .....            | 84 |
| Figure 20: Structure démographique de <i>Dalbergia greveana</i> dans la forêt d'Analabe.....             | 86 |
| Figure 21: Structure démographique de <i>Dalbergia greveana</i> dans la forêt d'Ankarafantsika.....      | 86 |
| Figure 22: Structure démographique de <i>Dalbergia greveana</i> dans la forêt de Betioky Sud.....        | 86 |
| Figure 23: Structure démographique de <i>Diospyros aculeata</i> .....                                    | 87 |
| Figure 24: Structure démographique de <i>Diospyros filipes</i> .....                                     | 88 |
| Figure 25: Structure démographique de <i>Diospyros berneriana</i> .....                                  | 89 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure 26: Structure démographique de <i>Diospyros megasepala</i> .....  | 90  |
| Figure 27: Structure démographique de <i>Diospyros toxicaria</i> .....   | 91  |
| Figure 28: Structure démographique de <i>Diospyros stenocarpa</i> .....  | 92  |
| Figure 29: Structure démographique de <i>Diospyros</i> sp1 .....   | 92  |
| Figure 30: Structure démographique de <i>Diospyros</i> sp4 .....   | 93  |
| Figure 31: Structure démographique de <i>Diospyros gracilipes</i> dans la forêt de Manombo .....   | 95  |
| Figure 32: Structure démographique de <i>Diospyros tropophylla</i> .....   | 96  |
| Figure 33: Structure démographique de <i>Diospyros pervilleana</i> .....   | 97  |
| Figure 34: Structure démographique de <i>Diospyros myriophylla</i> dans la forêt d'Ankarafantsika .....  | 99  |
| Figure 35: Structure démographique de <i>Diospyros myriophylla</i> dans la forêt d'Analabe .....   | 99  |
| Figure 36: Structure démographique de <i>Diospyros boivini</i> .....   | 100 |
| Figure 37: Structure démographique de <i>Diospyros ferrea</i> (willd) Bakh.dans la forêt de Mahabo Mananivo.....                                   | 101 |
| Figure 38: Structure démographique de <i>Diospyros gracilipes</i> var. <i>velutipes</i> à Mahabo Mananivo....                                      | 102 |
| Figure 39: Structure démographique de <i>Diospyros gracilipes</i> var. <i>velutipes</i> à Manombo .....  | 102 |
| Figure 40: Structure démographique de <i>Diospyros squamosa</i> Bojer ex .....   | 103 |
| Figure 41: Flux de palissandre dans les principales régions de production et de consommation (Source modifiée: Andriambanona, R. et al, 2001 ..... | 118 |

### LISTE DES CARTES

|  |    |
|--|----|
| Carte 1: Les zones éco-floristiques (Source modifiée : Faramalala, 1988).....    | 8  |
| Carte 2: Les sites potentiels préselectionnés pour l'étude de bois précieux..... | 24 |
| Carte 3: Unités de végétation identifiées à Ankarafantsika.....                  | 36 |
| Carte 4: Unités de végétation identifiées à Bongolava.....                       | 38 |
| Carte 5: Unités de végétation identifiées à Mahamavo .....                       | 40 |
| Carte 6: Unités de végétation identifiées à Zahamena .....                       | 42 |
| Carte 7: Unités de végétation identifiées à Ranomafana .....                     | 44 |
| Carte 8: Unités de végétation identifiées à Betioky Sud .....                    | 46 |
| Carte 9: Unités de végétation identifiées à Mahabo-Mananivo .....                | 48 |
| Carte 10: Unités de végétation identifiées à Manombo.....                        | 50 |

### LISTE DES PHOTOS

|   |     |
|---|-----|
| Photo 1: Construction en bois précieux.....             | 113 |
| Photo 2: Sculpture en palissandre.....                  | 113 |
| Photo 3: pied de <i>Diospyros</i> coupé.....            | 119 |
| Photo 4: pied de <i>Dalbergia</i> coupé récemment ..... | 119 |
| Photo 5: Tavy .....                                     | 120 |



## Résumé

Les bois précieux regroupant les palissandres, les bois de rose et les bois d'ébène sont des bois d'œuvre classés dans la catégorie des bois d'ébénisterie et de menuiserie fine de grande valeur. Leurs propriétés technologiques : dureté, densité, et durabilité naturelle font qu'ils sont très recherchés sur le marché de bois d'œuvre aussi bien national qu'international. Ils génèrent un flux important de matière première et d'argent et figurent parmi les produits forestiers à impact important sur l'économie forestière malgache.

Face aux besoins sans cesse accrus, ces bois font l'objet de prélèvement excessif. Des mesures de gestion doivent être prises pour assurer la durabilité des ressources en bois précieux. Cette étude axée sur l'évaluation écologique des bois précieux dans différentes zones protégées et non protégées a permis de quantifier les bois précieux, de valider et de mettre au point une méthode basée sur la télédétection. Les images SPOT5 qui ont une résolution spatiale de 2,5m ont été utilisées. Le traitement adéquat à ce type d'image est le « traitement orienté objet ». Cette approche permet de bien identifier et de catégoriser systématiquement et automatiquement les types et unités de végétation avec le plus de détail possible.

Les études effectuées ont permis de démontrer l'hypothèse d'une possibilité d'utilisation de méthode cartographique pour l'estimation des potentiels en bois en utilisant une approche « Orienté Objet ».

Les résultats obtenus sur les caractéristiques bioécologiques des espèces inventoriées ont permis de déterminer les états de santé des populations existantes. Sur les 37 espèces étudiées (13 espèces de *Dalbergia* et 24 espèces de *Diospyros*), seules les populations de 5 espèces de *Diospyros* présentent un bon état général. La plupart des espèces ne disposent pas d'individus de régénération. Les risques de disparition de ces espèces sont très élevés.

Pour appuyer l'inscription des *Dalbergia* et *Diospyros* de Madagascar dans l'annexe II de la CITES lors de la CoP15 à Bangkok et pour aider les agences d'inspection comme la douane et l'administration forestière dans l'identification des taxons, cette étude a fourni des données scientifiques sur les espèces faisant probablement objet d'une exploitation à des fins de commerce local et international.

Dans le cadre de cette étude, le diamètre minimum d'exploitabilité est initialement fixé à 30 cm pour les deux genres. Mais suite à l'exploitation des données sur les étiquettes des spécimens d'herbier, cette valeur a été réduite à 20 cm pour *Diospyros*.

A Madagascar, *Dalbergia* est connue de 48 espèces toutes endémiques sauf une et 48% sont à taille exploitable donc présumablement leur bois est sujet aux actuelles exploitations massives et incontrôlables dans quelques régions forestières de l'île. Environ 82 % des espèces à DME sont classées dans les catégories « menacées » de l'IUCN.

Les bois d'ébène de Madagascar sont regroupés en 84 espèces décrites et 130 espèces potentiellement nouvelles pour la Science du genre *Diospyros*. Dans le cadre de ce travail, 107 parmi les 130 potentiellement nouvelles ont été étudiées, 24% ont été identifiées comme à DME et 75% de ces espèces appartiennent aux catégories « menacées » de l'IUCN.

Des noms exacts d'espèces sont à la base du développement d'une filière certifiée en gestion durable pour les bois précieux. Ainsi pour chaque genre, cette étude a fourni une base de données pour les espèces délimitées (décrites et nouvelles) : noms acceptés et noms provisoires, caractéristiques dendrométriques pour juger sur la taille d'exploitabilité, utilisations, statut de conservation (selon la Liste Rouge de l'IUCN), les spécimens de référence pour des identifications ultérieures (spécimen d'herbier et échantillon bois)

Mots clés : bois précieux, *Dalbergia* sp, *Diospyros* sp, gestion durable, Madagascar

## INTRODUCTION

Avec sa grande richesse en biodiversité, les forêts malgaches regorgent d'un grand nombre d'espèces végétales utiles à la population. Les bois sont de loin les premiers produits forestiers les plus utilisés. Les deux genres : *Dalbergia* de la famille des FABACEAE et *Diospyros* de la famille des EBENACEAE, figurent parmi les espèces de bois les plus appréciées et les plus exploitées à Madagascar. Ils font partie du groupe des « bois précieux » et ont été décrits et cités dans la « Flore de Madagascar et des Comores » et dans de nombreux ouvrages par différents auteurs depuis 1921 jusqu'à ce jour. Ils jouissent d'une excellente réputation de bois d'œuvre de très bonne qualité. Leurs qualités technologiques, bois dur et dense, et des couleurs et des veinages remarquables leur valent une préférence sans équivoque des consommateurs. Ils ont de grande valeur commerciale pouvant générer des revenus importants au niveau étatique et pour les communautés locales. Sur le marché national et international, les bois précieux les plus chers sont particulièrement les bois de rose (environ 6000 euros/tonnes). La venue en grand nombre d'exportateurs chinois vers la fin des années 1990 a ouvert le marché (Stasse A., 2001) qui s'est révélé de plus en plus lucratif. Depuis 2009, l'exploitation de bois de rose a été de forte ampleur. Au minimum 52 000 tonnes de bois précieux, venant d'environ de 100 000 pieds d'arbres de bois de rose et de bois d'ébène dont plus de 60 000 pieds d'arbres coupés dans les AP (Randriamalala et Lui, 2010). Global Witness (2009), estime la valeur du trafic de bois de rose à 400 000 euros par jour pour les marchés internationaux.

Le mode d'exploitation irrationnel par prélèvement sélectif accroît la raréfaction des ressources et menace leur survie. Les besoins de la clientèle sans cesse accrus augmentent l'intensité de l'exploitation. Les exploitations illégales et la transformation des forêts en terre cultivable par la culture sur brûlis se sont accentuées ces dernières années à cause de la pression démographique (WWF, GSPM, Reniala et DBEV, 2010). Ces ressources en bois précieux sont actuellement confrontées aux problèmes généraux de dégradation écologique et de gestion rationnelle. Les conséquences écologiques engendrées par les pillages de bois précieux sont nombreuses: perte de la biodiversité (les espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* présentes à Madagascar sont endémiques), destruction du patrimoine (les parcs nationaux de Masoala et de Marojejy figurent dans la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 2007), le morcellement des forêts et la multiplication des clairières risquent d'amplifier le déboisement des forêts et de les exposer aux éboulements pendant les saisons des pluies et surtout pendant les cyclones. Des mesures de gestion rationnelle doivent être prises pour

assurer la pérennisation de leurs fonctions écologiques, économiques et sociales et conjuguer l'exploitation et la conservation des ressources.

Des mesures pour mieux gérer les ressources forestières ont été prises avec l'adoption en 1997 (décret n° 97-1200 du 02 Octobre 1997) de la nouvelle politique forestière. L'inscription des bois précieux de Madagascar qui sont constitués par les espèces de *Dalbergia* (bois de rose) et de *Diospyros* (bois d'ébène) dans l'annexe III de la CITES fait partie des mesures prises pour endiguer leur exploitation et leur exportation illicites. L'intégration des bois précieux de Madagascar dans l'Annexe II de la CITES pour que toute exportation soit accompagnée d'un permis CITES attestant que le spécimen a été collecté conformément aux lois en vigueur et par des méthodes non préjudiciables à la survie de l'espèce a été également proposée. Pour se faire, il est nécessaire de collecter des données écologiques de ces espèces de bois précieux au sein de chaque zone écofloristiques concernées afin de connaître l'état de santé, les régénérations naturelles, les degrés de menaces qui pèsent sur elles pour renforcer les données scientifiques.

Ainsi, ce travail de recherche permet d'acquérir des nouvelles informations globales sur les deux genres concernant l'état de stock, la régénération naturelle, la croissance et leur distribution en associant l'analyse spatiale des images spots (2013) et les inventaires sur terrain afin de proposer une meilleure gestion durable et rationnelle de ses ressources.

L'objectif principal de ce projet est de (1) fournir des données taxonomiques sur les espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* de Madagascar, (2) concevoir, valider et mettre au point des méthodes de quantification des bois précieux en combinant l'analyse des images obtenues par télédétection avec des observations écologiques et floristiques sur le terrain.

Les objectifs spécifiques sont de :

- a- fournir des arguments scientifiques supplémentaires appuyant l'intégration des bois précieux de Madagascar dans l'annexe II de la CITES
- b- apporter des précisions sur le nombre exact d'espèces faisant l'objet d'une exploitation
- c- apporter des précisions scientifiques sur *Diospyros ferrea*, espèce commune au sous-continent indien et certains pays de l'est africain
- d- effectuer un état des lieux de la ressource dans différents types de formations végétales c'est-à-dire définir le stock de bois exploitable dans des parcelles d'entraînement ;
- e- définir et valider les critères d'identification des espèces de bois précieux et/ou des populations ou peuplement sur les images satellitaires à haute résolution;
- f- extrapoler les résultats dans les différentes unités de végétation malgache ;

- g- proposer des mesures d'assainissement et un cadre de gestion durable de la filière en tenant compte des mouvements interne et externe du commerce.
- h- utiliser les résultats obtenus pour appuyer l'intégration des *Dalbergia* et *Diospyros* de Madagascar dans l'annexe II de la CITES

Les résultats obtenus à l'issue de ce projet fourniront des informations de base fiables pour la conception de méthodes de quantification de bois sur pied en vue d'une gestion durable des bois précieux de Madagascar.

Les données scientifiques disponibles sur le potentiel de stock, et les zones de répartition de ces espèces de bois précieux à l'intérieur et hors des Aires Protégées permettent (1) d'établir un plan de gestion rationnel et durable, et (2) de proposer une répartition équitable des bénéfices tirés de l'exploitation aux différents acteurs concernés afin de permettre la pérennisation de la filière bois précieux à Madagascar.

## **Partie I. CONSIDERATIONS GENERALES**

**I- Les zones éco-floristiques des deux genres (*Dalbergia* et *Diospyros*)**

A Madagascar, les deux genres *Dalbergia* et *Diospyros* sont présents dans des vastes étendues phytogéographiques. Ils sont distribués dans toutes les zones écofloristiques malgaches sauf dans les zones écofloristiques montagnardes et des hautes montagnes, à altitude dépassant 1800m (Carte 1).

Pour le genre *Dalbergia*, sur les 48 espèces existantes à Madagascar, 23 espèces sont rencontrées dans les zones écofloristiques orientales de basse et de moyenne altitude et dans celle de Sambirano. 25 autres espèces se trouvent dans les zones écofloristiques occidentales de basse et de moyenne altitude et dans la zone écofloristique méridionale.

Pour le genre *Diospyros*, on compte environ 120 espèces (Schatz & Lowry Porter II, 2010) dont 75 sont endémiques. Ces espèces sont largement distribuées dans différents types de formations végétales telles que les forêts denses humides sempervirentes, les forêts denses sèches caducifoliées et même dans les savanes.

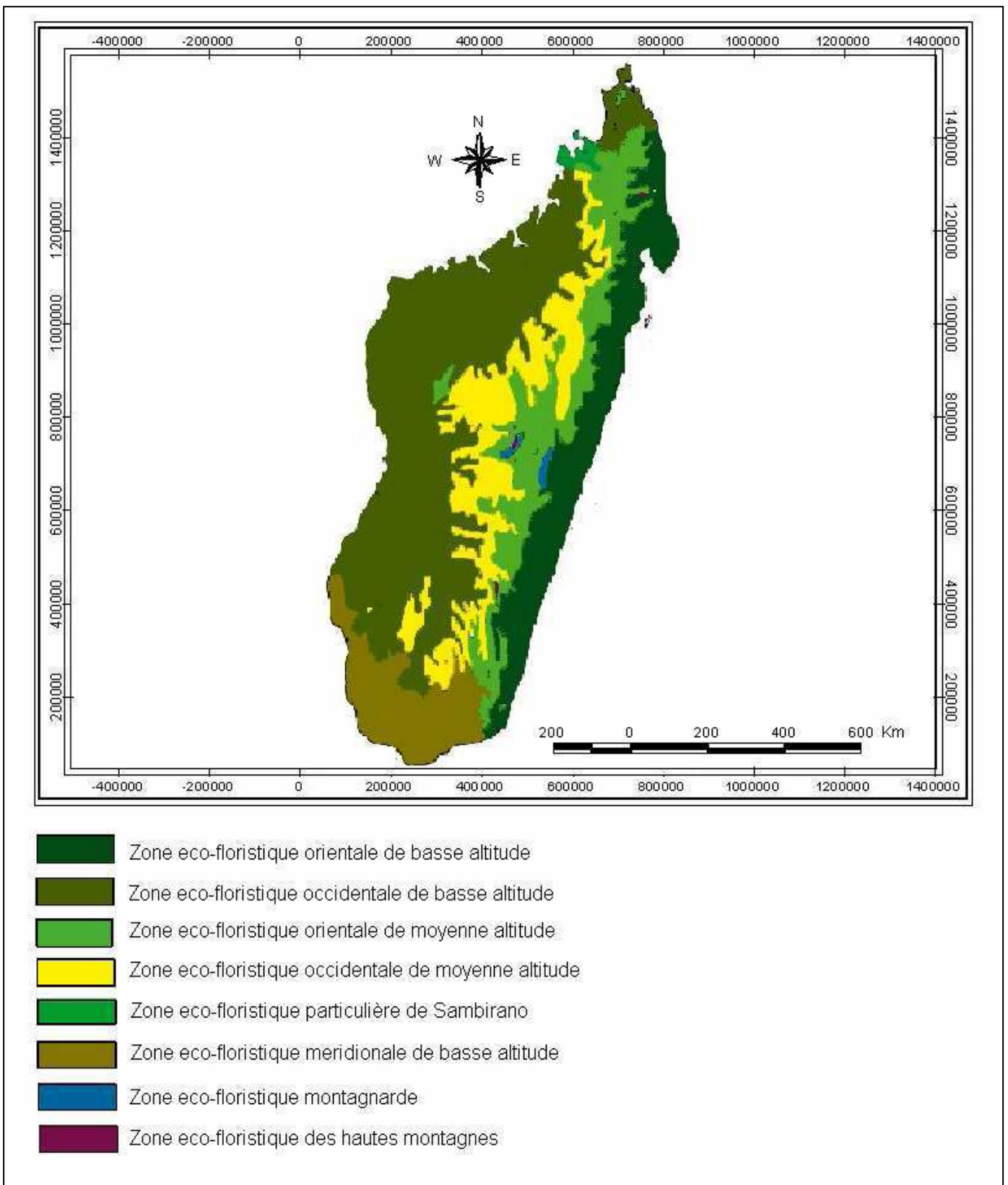
La localisation géographique et les particularités de chaque zone écofloristique à *Dalbergia* et *Diospyros* sont les suivantes:

- La zone écofloristique orientale de basse altitude, à altitude allant de 0 à 800m, occupe toutes les plaines orientales de l'Est de Vohémar à Fort-Dauphin. Elle est soumise au type bioclimatique perhumide chaud, à température moyenne de 23°C, à pluviométrie supérieure à 2000mm et à 0 mois sec.

- La zone écofloristique occidentale de basse altitude est localisée sur toute la partie occidentale de Madagascar de l'extrême Nord à Tuléar, à altitude inférieure à 800m. Le climat est de type subhumide chaud caractérisé par une température moyenne de 27°C, des précipitations comprises entre 500 mm et 1600mm et un nombre de mois sec de 6-7 mois.

- La zone écofloristique orientale de moyenne altitude s'étend sur le versant oriental des Hauts Plateaux entre 800m et 1800 m d'altitude. Le climat est de type humide tempéré avec une température moyenne de 10°C à 15°C, une pluviométrie de 1500 mm à 2000 mm et 0 à 2 mois secs.

- La zone écofloristique occidentale de moyenne altitude occupe le versant occidental des régions centrales entre 800 m et 1800 m d'altitude. Son type bioclimatique est subhumide caractérisé par une température moyenne de 10°C à 15°C, une pluviométrie de 1000 mm à 1500 mm et 5 à 7 mois secs.



Carte 1: Les zones éco-floristiques (Source modifiée : Faramalala, 1988)



- La zone écofloristique particulière de Sambirano est localisée dans le Nord Ouest, en face de l'île de Nosy-Be. C'est une enclave humide à altitude inférieure à 800 m qui bénéficie des influences de la mousson et de l'alizé. Son climat est de type subhumide chaud, à température moyenne de 26°C, à pluviométrie supérieure à 2000 mm et à 0-1 mois sec.

- La zone écofloristique méridionale de basse altitude s'étend du Nord de Morombe à Cap Sainte Marie. Le climat est de type subaride ou semi-aride. La température moyenne est de 25°C. La pluviométrie est inférieure à 400 mm pour un nombre de mois sec de 8-11 mois.

## II-Description des formations végétales par zone éco-floristique

Les zones écofloristiques comprennent des formations végétales très diverses allant des formations primaires ou climaciques représentant la végétation originelle et les formations secondaires issues de la dégradation des formations primaires. Les espèces du genre *Dalbergia* et du genre *Diospyros* sont rencontrées dans les formations végétales primaires et relativement primaires plus ou moins dégradées :

### - Forêt dense humide sempervirente de la zone écofloristique orientale de basse altitude et forêt littorale

C'est une forêt pluristratifiée comprenant une strate supérieure formée par des arbres de 25-30m comme *Canarium madagascariensis*, *Ocotea*, *Ravensara* et *Sloanea rhodantha* ; une strate moyenne formée par les jeunes arbres de la strate supérieure, par des espèces sciaphiles et par des arbustes appartenant à différentes familles : Apocynaceae, Ochnaceae, Erythroxylaceae....., et une strate inférieure très lâche.

La forêt dense humide de la zone écofloristique orientale est extrêmement riche en espèces avec plus de 80% d'endémisme spécifique. Ses taxons caractéristiques sont *Anthostema* (Euphorbiaceae) et la famille des Myristicaceae. Les familles les mieux représentées sont : Anacardiaceae, Clusiaceae, Ebenaceae, Rubiaceae, Monimiaceae.

### - Forêt dense sèche de zone écofloristique occidentale de basse altitude

Ce sont des forêts caducifoliées, pluristratifiées avec trois strates : strate supérieure de hauteur variable constituée par *Dalbergia* spp, *Tamarindus indica*, *Protorhus*, *Commiphora* et *Canarium madagascariensis* ; une strate moyenne composée par un mélange d'espèces appartenant aux familles des Euphorbiaceae, Tiliaceae, Malvaceae, ..... ; une strate inférieure discontinue et saisonnière.

Les taxons caractéristiques de ce type de formations végétales sont *Dalbergia*, *Hildegardia* et *Commiphora* auxquels peuvent être rajoutés *Stereospermum* et *Adansonia*.

- Forêt dense humide sempervirente de la zone écofloristique orientale de moyenne altitude

C'est une forêt basse de 20-25 m stratifiée. La strate supérieure est formée par des arbres à troncs droits dont les espèces les plus courantes sont : *Weinmannia*, *Tambourissa*, *Ravensara*, *Symphonia*. La strate moyenne est dense composée par des arbustes comme les *Croton*, *Dracaena*, *Cyathea*,..... La strate herbacée inférieure est presque absente. Cette forêt est caractérisée par la présence de beaucoup d'épiphytes des familles des Orchidaceae, Melastomataceae, Cactaceae, de mousses et de lichens.

- Forêt sclérophylle de la zone écofloristique occidentale de moyenne altitude

C'est une forêt basse de 10-12m de hauteur, sempervirente mais nettement sclérophylle. La voûte est formée par des arbres tortueux à feuillage persistant de couleur terne. Le sous-bois est composée par des arbustes suffrutescents et d'espèces herbacées à faciès sclérophylle.

Les taxons caractéristiques sont *Uapaca bojeri* et les familles des Sarcolaenaceae et des Asteropeiaceae.

- Forêt dense ombrophile de la zone écofloristique particulière de Sambirano

C'est une végétation proche de celle de la zone écofloristique orientale de basse altitude mais à faciès plus sec. La forêt est haute de 20-25 m, stratifiée. La strate supérieure formée par *Canarium*, *Ficus*, *Borassus sambiranensis*, *Adansonia za* recouvre une strate arbustive composée par des petits arbres à feuilles larges et coriaces dont les plus abondantes sont de la famille des Sarcolaenaceae, la strate herbacée est discontinue.

- Formations à Didiereaceae et à Euphorbia de la zone écofloristique méridionale de basse altitude

C'est un fourré dense de hauteur variable. La strate supérieure est formée par des tiges dressées de Didieraeaceae ; la strate inférieure est très dense dominée par les espèces adaptées à la sécheresse. C'est une formation végétale très riche en espèces ; 95% des espèces sont endémiques

## **Partie II. MATERIELS ET METHODES**

## II.1. Choix des espèces : les espèces de l'Annexe III acceptées en Annexe II

### II.1.1. Critères de choix

Les bases de données concernant les espèces des deux genres *Dalbergia* et *Diospyros* au niveau des herbiers nationaux et de Tropicos étant collectées et enregistrées pour la plupart dans les années entre 1950 et 1970, la disponibilité des bois dans la nature n'est plus le même actuellement. Même, les espèces qui sont présentes dans les Aires Protégées risquent de connaître également un déclin. Des mises à jour des données sont nécessaires.

Le choix de ces espèces de *Dalbergia* et *Diospyros* est basé sur plusieurs critères (IUCN, 2001):

- distribution restreinte et taille réduite des populations
- espèces communément exploitées et commercialisées
- espèces vulnérables et/ou menacées
- habitats fragmentés
- disponibilité des données biologiques et écologiques.

### II.1.2. Considérations taxonomiques

La classification ainsi que la description des deux genres ont été obtenues à partir de plusieurs sources : Perrier de la Bathie (1952), Schatz (2001), Tropicos, Du Puy et al. (2002), Louppe et al. (2008). La révision taxonomique du genre *Dalbergia* est connue intégralement (43 espèces) à partir des données antérieures et les révisions récentes effectuées par Rabevohitra (FOFIFA) et Bosser (MNHN).

#### II.1.2.1. Le genre *Diospyros*

Classe : DICOTYLEDONES

Ordre : EBENALES

Famille : EBENACEAE

Genre : *Diospyros*

Genre représenté par environ 500 espèces dans le monde. A Madagascar, en incluant les espèces précédemment reconnues dans les genres *Maba* et *Tetraclis*, le genre compte 120 espèces (Schatz & Lowry Porter II, 2010) dont 75 sont endémiques. Petits à grands arbres dioïques, à bois dur, écorce extérieure souvent noire, mince, l'aubier est bien différencié, blanc devenant jaune citron à l'air et d'une épaisseur de 4 à 8 cm. Son bois est d'un noir profond, souvent avec un aspect scintillant, mais parfois avec des tâches ou des veines

blanchâtres pour certaines espèces. C'est un bois à grain très fin, un fil droit et ne comportant que de rare contre-fil.

Feuilles simples, alternes ou rarement subopposées, généralement distiques, stipules absentes. Inflorescences axillaires ou souvent cauliflores, courtes, en cymes condensées ou fleurs parfois solitaires, petites, régulières, 3-5-mères, parfois sexuellement dimorphiques. Fleurs femelles plus grandes ; calice soudé à lobes valvaires distincts, ou entier et tronqué, enfermant la fleur dans le bouton, persistant et généralement fortement accrescent dans le fruit ; corolle soudé en un court tube à 3-5 lobes, tordus imbriqués ou rarement presque valvaires dans le bouton, charnus, caducs ; étamines en nombre égal ou double des pistils, ou nombreuses, souvent épi-pétales, ou insérées sur le réceptacle autour de l'ovaire rudimentaire ou absent, filets courts, anthères biloculaires, basifixes, à déhiscence longitudinale ou poricide apicale ; disque nectaire absent ; ovaire supère, 3-10 loculaire, styles 3-5, libres ou partiellement soudés à la base, stigmate terminal, entier, émarginé ou lobé ; ovule(s) généralement 1, rarement 2, par loge ; staminodes présents ou non. Fruit petit à grande baie charnue ou fibreuse, indéhiscente, à (1-)3-10 graine(s), sous-tendue par le calice persistant, accrescent ; graines à albumen parfois ruminé.

Le genre est présent pratiquement dans toute l'île, sauf dans le bush du Sud. L'ébène est un bois très lourd qui donne un très beau poli, luisant, très lisse, mat ou brillant. Il a évidemment une très bonne durabilité naturelle, dans la mesure où c'est un bois non imprégnable qui résiste à la fois aux champignons, aux insectes et autres termites. L'ébène est surtout utilisé pour les sculptures, les objets d'art, l'ébénisterie de grand luxe, la menuiserie fine, la lutherie, la marqueterie ou encore des jeux (échecs, dames...). Il sert aussi à la fabrication d'instruments de musique haut de gamme comme la clarinette, le hautbois, ou encore pour les touches d'instruments à cordes... (Ballet & Rahaga, 2009).

#### II.1.2.2. Le genre *Dalbergia*

Classe : DICOTYLEDONES

Ordre : FABALES

Famille : FABACEAE

Genre : *Dalbergia*

Genre intertropical de Madagascar représenté par environ 50 espèces selon Bosser & Rabevohitra (2005). Parmi ces espèces de *Dalbergia*, Du Puy (2002) a identifié, 43 espèces endémiques (annexe 2). Buissons ou arbres de grande taille, rarement des lianes,

hermaphrodites. Feuilles alternes, composées imparipennées, avec peu à multiples paires de folioles alternes, entières, penninerves, stipelles absentes, stipules petites, caduques. Inflorescences terminales ou parfois axillaires, en racèmes ou en panicules, parfois scorpioïdes ou corymbiformes, fleurs petites à grandes irrégulières, pédicelle portant une paire de bractéoles près de l'apex et enfermant parfois la fleur dans le bouton ; calice soudée en forme de coupe, profondément 4-5-lobé, le lobe inférieur généralement plus long et plus étroit, les deux lobes supérieurs généralement soudés sur leur quasi longueur et formant un lobe unique bifide ; pétales 5, principalement libres, de couleur blanche ou crème, parfois teintés de violet, étendard supérieur généralement pointé vers l'avant, 2 latéraux ailés, et les 2 inférieurs formant la carène, leurs marges étant réunies sur la moitié supérieure ; étamines 9 ou 10, filets soudés en colonne staminale sur au moins  $\frac{1}{2}$  de leur longueur, libre dessus ou parfois la 10<sup>e</sup> étamine libre, occasionnellement en 2 groupes de 5 étamines chacun, anthères basifixes, à déhiscence apicale poricide ; ovaire stipité, style brièvement à longuement exsert, droit ou longuement courbé, stigmate capité ; ovule (s) 1-7. Fruit en grande gousse coriace, aplatie et souvent ailée, elliptique à oblongue, indéhiscence, contenant de 1 à quelques graine(s), la gousse présentant souvent un réseau de nervures visibles sur la surface au dessus des graines plus ou moins aplaties et réniformes.

Le bois de *Dalbergia* est susceptible d'un parfait poli, d'une magnifique teinte rouge violacée très vive (bois de rose), brun clair ou foncé (Palissandre). Il prend une teinte noirâtre en vieillissant et ressemble de plus en plus à l'ébène. Ce bois est très homogène, avec un grain très fin et un fil droit, et comme l'ébène, c'est un bois lourd, non imprégnable et d'une grande durabilité naturelle. Du point de vue de l'utilisation, ses qualités esthétiques et technologiques font qu'il est très prisé pour l'ébénisterie de luxe, la menuiserie fine, la marqueterie, la sculpture, la lutherie et autres instruments de musique. Le bois de rose est aussi souvent présent pour les moulures, les articles tournés ainsi que les placages tranchés.

## II.2. Choix des sites

### II.2.1. Etats de connaissance

Suite à la recrudescence constatée de la coupe des bois précieux, différentes études ont été effectuées concernant l'évaluation des stocks de bois précieux de Madagascar.

- Une évaluation du stock de bois de rose et Palissandre (*Dalbergia* spp.) a été initiée par le WWF avec le Département de Biologie et Ecologie Végétales

(DBEV) de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo et l'Association RENIALA en 2009 :

-Nord Est : Andranomenahely Andapa (14°42'S ; 49°51'E)

- Sud Ouest : Andranopasy Morombe (21°16'47''S ; 43°44'17''E)

- Une étude sur les bois d'ébène (*Diospyros* spp.) en 2010 (WWF et DBEV, 2010)

- Nord Ouest : Ankarafantsika et Tsaramandroso (16°22'11''S ; 45°2'57''E)

- Sud Ouest : Kirindy – Ampataka.

- Centre-ouest Beroboka (19°59'45''S ; 44°36'34''E)

-Sud Est : Mahabo Mananivo – Manombo (23°10'10''S ; 44°40'49''E)

- Une évaluation écologique de quelques espèces de bois précieux les plus commercialisées à Madagascar (Bois d'ébène, palissandre et bois de rose) dans quelques sites potentiels : Complexe Bongolava, Montagne des Français, Sainte Marie, Corridor Ankeniheny Zahamena, Vohibola, Ambila Lemaitso, Manombo et Beroroaha (WWF et DBEV, 2010)

Une autre étude a été aussi prise en compte dans cette synthèse, l'inventaire des bois de Rose dans le Parc National Masoala effectuée par Rabevohitra en 2010

Les résultats obtenus au cours de ces études antérieures sont synthétisés ci-après :

### **II.2.1.1. Principaux résultats de l'évaluation de stocks de bois de rose en 2009**

#### **Nord Est : Forêt d'Andranomenahely (Andapa)**

Dans la forêt de Bemaitso (Andranomenahely), quatorze (14) espèces de *Dalbergia* spp (*Dalbergia louvellii*, *Dalbergia viguieri*, *Dalbergia chlorocarpa*, *Dalbergia baroni*, *Dalbergia andapensis*, *Dalbergia chapellieri*, *Dalbergia monticola*, *Dalbergia madagascariensis*, *Dalbergia sp1*, *Dalbergia sp2*, *Dalbergia sp3*, *Dalbergia sp4*) et neuf (09) espèces de *Diospyros* spp (*Diospyros* aff *pervillei*, *Diospyros* cf *calophylla*, *Diospyros subsessifolia*, *Diospyros toxicaria*, *Diospyros haplostylis*, *Diospyros macrosepala*, *Diospyros lokohensis*, *Diospyros* sp1, *Diospyros* sp2) ont été recensées.

Le tableau suivant montre la densité spécifique et le taux de régénération des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* dans la forêt d'Andranomenahely.

**Tableau 1: Densité spécifique et taux de régénération des espèces de bois précieux dans la forêt d'Andranomenahely –Andapa**

| Espèces                           | Nombre d'individus/ha | Taux de régénération (%) |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| <i>Dalbergia louvelii</i>         | -                     | 100                      |
| <i>Dalbergia viguieri</i>         | 12,2                  | 150                      |
| <i>Dalbergia chlorocarpa</i>      | 10                    | 50                       |
| <i>Dalbergia baronii</i>          | 28                    | 61                       |
| <i>Dalbergia andapensis</i>       | 31,4                  | 100                      |
| <i>Dalbergia chapelieri</i>       | 20                    | 0                        |
| <i>Dalbergia monticola</i>        | 10                    | 0                        |
| <i>Dalbergia madagascariensis</i> | 15                    | 200                      |
|                                   |                       |                          |
| <i>Diospyros toxicaria</i>        | 10                    | 100                      |
| <i>Diospyros subsessifolia</i>    | 12,5                  | 500                      |
| <i>Diospyros macrosepala</i>      | 28,8                  | 216                      |
| <i>Diospyros gracilipes</i>       | 30                    | 1200                     |
| <i>Diospyros sphaerosepala</i>    | 22,5                  | 1200                     |

**Sud Ouest : Forêt d'Andranopasy Morombe**

Dans la forêt d'Andranopasy, quatre(4) espèces de *Dalbergia* (*Dalbergia emirnensis*, *Dalbergia trichocarpa*, *Dalbergia purpurascens*, *Dalbergia greveana*) et deux (2) espèces de *Diospyros* (*Diospyros perrieri*, *Diospyros haplostylis*) ont été inventoriés. Le tableau suivant montre les caractéristiques biométriques des espèces de ces bois précieux dans la forêt d'Andranopasy.

**Tableau 2: Potentialités en bois précieux dans le site d'Andranopasy**

| Espèces                       | Nombre d'individus/ha | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) |
|-------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Dalbergia emirnensis</i>   | 85                    | 0,010                                 | 0,101                          |
| <i>Dalbergia trichocarpa</i>  | 124                   | 0,011                                 | 0,162                          |
| <i>Dalbergia purpurascens</i> | 45                    | 0,006                                 | 0,083                          |
| <i>Dalbergia greveana</i>     | 100                   | 0,006                                 | 0,057                          |
|                               |                       |                                       |                                |
| <i>Diospyros perrieri</i>     | 5                     | 0,005                                 | 0,029                          |
| <i>Diospyros haplostylis</i>  | 210                   | 0,005                                 | 0,027                          |



### II.2.1.2. Principaux résultats d'évaluation écologique des bois d'ébène en 2010

#### Sud Est : Mahabo Mananivo – Manombo

Dans les deux sites d'étude (Mahabo Mananivo et Manombo) sur la partie Sud Est de Madagascar, dix espèces de *Diospyros* ont été trouvées : *Diospyros ambilensis*, *Diospyros ferrea*, *Diospyros gracilipes*, *Diospyros intricata*, *Diospyros urschii*, *Diospyros laevis*, *Diospyros microrhombus*, *Diospyros montigena*, *Diospyros nigricans*, *Diospyros* sp1.

#### Nord Ouest : Ankarafantsika et Tsaramandroso

Dans la partie Nord Ouest de Madagascar, 8 espèces de *Diospyros* ont été inventoriées *Diospyros tropophylla*, *Diospyros greveana*, *Diospyros ferrea*, *Diospyros cupulifera*, *Diospyros sakalavarum*, *Diospyros riguyanum*, *Diospyros pervillei* et *Diospyros* sp2.

Parmi ces espèces, *Diospyros tropophylla*, *Diospyros greveana*, *Diospyros ferrea* et *Diospyros cupulifera* sont présentes en dehors du Parc National d'Ankarafantsika.

#### Sud Ouest : Menabe Central : Kirindy, Ampataka et Beroboka

Six espèces de *Diospyros* ont été recensées dans la région du Menabe central : *Diospyros cupulifera*, *Diospyros sakalavarum*, *Diospyros tropophylla*, *Diospyros myriophylla*, *Diospyros latispathulata* et *Diospyros greveana*.

Les potentialités en bois d'ébène dans les trois sites d'étude sont résumées dans le tableau 3.

**Tableau 3: Données écologiques et potentialités en bois précieux dans la région de Menabe centrale (NW, SE, W)**

| Taxa                          | Sites | Densité (Individus/Ha) | Surface terrière (m2/ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Régénération |
|-------------------------------|-------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------|
| <i>Diospyros laevis</i>       | SE    | 10 à 130               | 0,13                     | 0,49                           | mauvaise     |
| <i>Diospyros microrhombus</i> | SE    | 90 à 100               | 0,04                     | 0,09                           | mauvaise     |
| <i>Diospyros montigena</i>    | SE    | 20 à 30                | 0,03                     | 0,12                           | mauvaise     |
| <i>Diospyros nigricans</i>    | SE    | 80 à 300               | 0,42                     | 1,64                           | Bonne        |
| <i>Diospyros gracilipes</i>   | SE    | 10 à 140               | 0,07                     | 0,14                           | mauvaise     |
| <i>Diospyros intricata</i>    | SE    | 20                     | 0,01                     | 0,03                           | mauvaise     |
| <i>Diospyros urschii</i>      | SE    | 10 à 340               | 0,96                     | 2,34                           | Bonne        |
| <i>Diospyros ambilensis</i>   | SE    | 10                     | 0,05                     | 0,13                           | mauvaise     |

| Taxa                            | Sites  | Densité<br>(Individus/Ha) | Surface<br>terrière<br>(m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume<br>(m <sup>3</sup> /ha) | Régénération |
|---------------------------------|--------|---------------------------|---|-----------------------------------|--------------|
| <i>Diospyros cupulifera</i>     | W      | 50 à 120                  | 0,86  | 3,49                              | mauvaise     |
|                                 | NW     | 60                        | 0,4   | 0,69                              | mauvaise     |
| <i>Diospyros ferrea</i>         | NW     | 10 à 40                   | 0,49  | 1,56                              | mauvaise     |
|                                 | SE     | 250 à 810                 | 0,95  | 2,55                              | Bonne        |
| <i>Diospyros greveana</i>       | W      | 10                        | 0,052                                       | 0,11                              | mauvaise     |
|                                 | NW     | 30                        | 0,18  | 0,36                              | mauvaise     |
| <i>Diospyros latispathulata</i> | W      | 20 à 50                   | 0,13  | 0,14                              | mauvaise     |
| <i>Diospyros myriophylla</i>    | W      | 20 à 60                   | 5,18  | 6,38                              | mauvaise     |
| <i>Diospyros pervillei</i>      | NW(PN) |                           |   |                                   |              |
| <i>Diospyros riguyanum</i>      | NW(PN) |                           |   |                                   |              |
| <i>Diospyros sakalavarum</i>    | NW(PN) |                           |   |                                   |              |
|                                 | W      | 20 à 120                  | 3,81  | 5,93                              | mauvaise     |
| <i>Diospyros tropophylla</i>    | W      | 20 à 770                  | 7,59  | 9,82                              | Bonne        |
|                                 | NW     | 140 à 250                 | 4,78  | 19,79                             | Bonne        |

- NW : Tsaramandroso Ankarafantsika, W : Ampataka Kirindy SE : Mahabo Mananivo et Manombo

### II.2.1.3. Parc National Masoala

L'inventaire des bois de rose faite par Rabevohitra Raymond du DRFP au profit de Madagascar National Parks, en 2010 dans trois secteurs Ambanizana, Beambazaha, Ampanavoana, a permis de répertorier les espèces de *Dalbergia* suivantes:

- *Dalbergia normandii* (andramena beravina )
- *Dalbergia maritima* (andramena madinidravina)
- *Dalbergia* sp2 (andramena volomborona)
- *Dalbergia chapelieri* (hazovola madinidravina)
- *Dalbergia madagascariensis ssp antongiliensis* (hazovola beravina)
- *Dalbergia orientalis* (hazovola mena)
- *Dalbergia occulta* (hazovola fotsy)

Les résultats des études effectuées dans le Parc Masoala sont présentés dans le tableau 4. Ils portent d'une part sur deux zones non touchées par les exploitations et d'autre part sur une zone touchée par l'exploitation. Des différences importantes ont été mentionnées à propos de la potentialité en bois dans ces deux types de zone. Le nombre des semenciers (DHP > 20cm) est plus faible dans les zones touchées à la suite de leur exploitation.

Quand on analyse les résultats dans les zones non touchées, du côté d'Ambanizana, très peu de pieds d'Andramena (arbres et régénération naturelle) a été trouvé. Ceci rejoint ce qui a été vu à Beambazaha dans certaines zones qui ne comportaient presque pas d'individus

régénérés et peu de gaulis, perchis et arbres d'avenir: il y a donc des parties où les Andramena sont pour ainsi dire absentes et ces zones là sont délaissées par les braconniers.

Par contre, à Ampanavoana, la parcelle non touchée inventoriée a montré qu'il y a beaucoup d'Andramena toutes classes de diamètre confondues dont 6 pieds vivants de diamètre > 30cm et 4 morts sur pied. Il y a aussi beaucoup de régénérés. C'est à l'image des 2 ha inventoriées à Beambazaha où il y avait des souches et de régénérées. Ces zones sont pour ainsi dire des zones de concentration des Andramena.

La régénération naturelle constitue environ 50% de la population dans les différentes strates pour chaque espèce. La capacité de régénération est assez bonne dans les zones touchées par l'exploitation. Pour toutes les espèces dans les zones non touchées par l'exploitation, la régénération est mauvaise. Théoriquement, la régénération devrait être plus abondante dans les zones non perturbées. Ceci pourrait être s'expliquer par le faite que les graines ont besoin d'une certaine quantité de lumière pour germer. L'ouverture de la canopée par l'exploitation des individus adultes répond à cette exigence.

**Tableau 4: Données écologiques et potentialités en bois précieux dans les trois secteurs Ambanizana, Beambazaha, Ampanavoana**

| Nom vernaculaire                           | Ambohitralalana |  |                                 |                        | Ampanavoana    |  |                                 |                        | Ambanizana     |  |                                 |                        |
|--|-----------------|--|---------------------------------|------------------------|----------------|--|---------------------------------|------------------------|----------------|--|---------------------------------|------------------------|
|  | Densité (N/ha)  | Surface terrière (m <sup>2</sup> / ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> / ha) | Régénération naturelle | Densité (N/ha) | Surface terrière (m <sup>2</sup> / ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> / ha) | Régénération naturelle | Densité (N/ha) | Surface terrière (m <sup>2</sup> / ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> / ha) | Régénération naturelle |
| <b>Zone touchée par l'exploitation</b>     |                 |  |                                 |                        |                |  |                                 |                        |                |  |                                 |                        |
| Andramena beravina                         | 80              | 0,37                                   | 2,96                            | très bonne             | 10             | 0,01                                   | 0,08                            | mauvaise               | -              | -                                      | -                               | -                      |
| Andramena madinidravina                    | 8               | 0,12                                   | 0,71                            | mauvaise               | 29             | 0,04                                   | 0,32                            | très bonne             | 28             | 0,01                                   | 0,05                            | très bonne             |
| Andramena volomborona                      | 4               | 0,02                                   | 0,1                             | mauvaise               | 32             | 0,07                                   | 0,55                            | très bonne             | -              | -                                      | -                               | -                      |
| Hazovola beravina                          | -               | -                                      | -                               |                        | 20             | 0,18                                   | 1,49                            | bonne                  | -              | -                                      | -                               | -                      |
| Hazovola madinidravina                     | 16              | 0,83                                   | 7,63                            | bonne                  | 47             | 0,66                                   | 6,47                            | mauvaise               | -              | -                                      | -                               | -                      |
| Hazovola fotsy                             |                 |  |                                 |                        | 3              | 0,09                                   | 0,49                            | mauvaise               | 19             | 0,11                                   | 1,21                            | bonne                  |
| Hazovola mena                              | 4               | 0,24                                   | 2,46                            | bonne                  | 10             | 0,16                                   | 0,79                            | mauvaise               | 10             | 0,01                                   | 0,13                            | bonne                  |
| <b>Zone non touchée par l'exploitation</b> |                 |  |                                 |                        |                |  |                                 |                        |                |  |                                 |                        |
| Andramena beravina                         | -               | -                                      | -                               | -                      | 65             | 1,95                                   | 15,38                           | mauvaise               | -              | -                                      | -                               | -                      |
| Andramena keliravina                       | -               | -                                      | -                               | -                      | 21             | 0,29                                   | 2,06                            | mauvaise               | 11             | 0,02                                   | 0,16                            | mauvaise               |
| Andramena volomborona                      | -               | -                                      | -                               | -                      | 16             | 0,1                                    | 0,57                            | mauvaise               | -              | -                                      | -                               | -                      |
| Hazovola beravina                          | -               | -                                      | -                               | -                      | 42             | 0,76                                   | 5,84                            | mauvaise               | -              | -                                      | -                               | -                      |
| Hazovola fotsy                             | -               | -                                      | -                               | -                      | 5              | 0,3                                    | 1,64                            |                        | -              | -                                      | -                               | -                      |
| Hazovola keliravina                        | -               | -                                      | -                               | -                      | 19             | 0,46                                   | 2,79                            |                        | -              | -                                      | -                               | -                      |
| Hazovola mena                              | -               | -                                      | -                               | -                      | 2              | 0,09                                   | 0,44                            |                        | 1              | 0,03                                   | 0,36                            | mauvaise               |

### II.2.1.4. Principaux résultats d'évaluation écologique des bois précieux les plus commercialisés en 2010

Des inventaires de bois précieux ont été conduits par les équipes de DBEV en collaboration avec WWF à l'intérieur et à l'extérieur des aires protégées: Beroroha, Montagne des Français, Vohibola, Ambila Lemaitso, Andovoranto, Complexe Bongolava, Manombo, Caz et Ambodirina. La synthèse des résultats est résumée dans le tableau 5.

**Tableau 5: Evaluation écologique des espèces de bois précieux les plus commercialisées en 2010**

| CATEGORIES DE BOIS                            | ESPECES                                       | Sites                 | Etat de santé de la population | Taux de Régénération (%) | Densité (Ind/ha) | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) |
|---|---|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| BOIS D'EBENE                                  | <i>Diospyros aculeata</i> H. Perrier          | BEROROHA              | Perturbée                      | 55,55                    | 280              | 7,22                                  | 93,55                          |
|   |   | MONTAGNE DES FRANCAIS | Perturbée                      | 250                      | 70               | 0,381                                 | 0,96                           |
|   | <i>Diospyros bernieri</i> Hiern               | VOHIBOLA              | Bonne                          | 1214                     | 900              | 3,15                                  | 63,98                          |
|   | <i>Diospyros calophylla</i> Hiern             | AMBILA LEMAITSO       | Perturbée                      | 380                      | 450              | 1,95                                  | 7,71                           |
|   | <i>Diospyros gracilipes</i> Hiern             | ANDOVORANTO           | Perturbée                      | 433                      | 500              | 3,63                                  | 12,04                          |
|   | <i>Diospyros haplostylis</i> Boivin ex Hiern  | ANDOVORANTO           | Perturbée                      | 100                      | 500              | 4,88                                  | 23,35                          |
|   | <i>Diospyros perrieri</i> Jumelle             | MONTAGNE DES FRANCAIS | Perturbée                      | 0                        | 10               | 0,9                                   | 2,88                           |
|   | <i>Diospyros sakalavarum</i> H. Perrieri      | COMPLEXE BONGOLAVA    | Perturbée                      | 150                      | 50               | 0,56                                  | 1,59                           |
|   | <i>Diospyros toxicaria</i> Hiern              | COMPLEXE BONGOLAVA    | Perturbée                      | 200                      | 30               | 0,079                                 | 0,17                           |
| PALISSANDRE                                   | <i>Dalbergia abrahamii</i> Bosser & R. Rabev  | MONTAGNE DES FRANCAIS | Perturbée                      | 28,7                     | 120              | 1,88                                  | 6,63                           |
|   | <i>Dalbergia baronii</i> Baker                | MANOMBO               | Perturbée                      | 500                      | 10               | 1,5                                   | 5,7                            |
|   | <i>Dalbergia greveana</i> Baill               | COMPLEXE BONGOLAVA    | Perturbée                      | 170                      | 270              | 4,2                                   | 16,65                          |
|   |   | BEROROHA              | Perturbée                      | 24                       | 310              | 4,69                                  | 34,7                           |
|   | <i>Dalbergia madagascariensis</i> Vatke       | MANOMBO               | Mauvaise                       | 50                       | 250              | 4,1                                   | 16,5                           |
|   | <i>Dalbergia mollis</i> Bosser & R. Rabev     | COMPLEXE BONGOLAVA    | Mauvaise                       | 50                       | 210              | 4,77                                  | 43,97                          |
|   |   | BEROROHA              | Perturbée                      | 16                       | 220              | 2,56                                  | 24,7                           |
| <i>Dalbergia trichocarpa</i> Baker            | COMPLEXE BONGOLAVA                            | Perturbée             | 480                            | 300                      | 11,06            | 40,33                                 |                                |
| BOIS DE ROSE                                  | <i>Dalbergia louvelii</i> R. Vig.             | AMBILA LEMAITSO       | Perturbée                      | 214                      | 200              | 0,34                                  | 3,98                           |
|   | <i>Dalbergia monticola</i> Bosser & R. Rabev. | CAZ                   | Bonne                          | 666                      | 200              | 3,17                                  | 12,89                          |
|   | <i>Dalbergia normandii</i> Bosser & R. Rabev. | AMBODIRINA            | Perturbée                      | 20                       | 260              | 4,26                                  | 11,41                          |
|   |   | COMPLEXE BONGOLAVA    | Perturbée                      | 1700                     | 240              | 7,07                                  | 18,72                          |
|   | <i>Dalbergia purpurascens</i> Baill           | MANOMBO               | Mauvaise                       | 122                      | 100              | 7,2                                   | 37,3                           |
|   |   | BEROROHA              | Perturbée                      | 40                       | 320              | 6                                     | 50                             |
| <i>Dalbergia xerophila</i> Bosser & R. Rabev. | BEROROHA                                      | Perturbée             | 50                             | 240                      | 3,68             | 36,1                                  |                                |

### II.2.1.5. Tendances des populations

Le tableau 6 présente le nombre de la population par espèce dans les Aires Protégées (AP) et hors des AP. Les bois précieux se rencontrent surtout dans les zones hors AP. Les Aires Protégées ne renferment que 10-25%, voire aucune, des populations totales. Avec l'augmentation de la pression démographique entraînant un accroissement des besoins quotidiens, le nombre d'individus composant ces populations décroît.

**Tableau 6: Nombre de population spécifique dans et hors AP**

| CATEGORIES DE BOIS | ESPECES                                       | Nombre populations | Dans AP | Hors AP | Tendance |
|--------------------|---|--------------------|---------|---------|----------|
| BOIS D'EBENE       | <i>Diospyros aculeata</i> H. Perrier          | 17                 | 2       | 15      | Déclin   |
|                    | <i>Diospyros bernieri</i> Hiern               | 1                  | 0       | 1       | Déclin   |
|                    | <i>Diospyros calophylla</i> Hiern             | 8                  | 7       | 1       | Déclin   |
|                    | <i>Diospyros gracilipes</i> Hiern             | 36                 | 11      | 25      | Déclin   |
|                    | <i>Diospyros haplostylis</i> Boivin ex Hiern  | 42                 | 20      | 22      | Déclin   |
|                    | <i>Diospyros perrieri</i> Jumelle             | 4                  | 4       | 0       | Déclin   |
|                    | <i>Diospyros sakalavarum</i> H. Perrieri      | 13                 | 12      | 1       | Déclin   |
|                    | <i>Diospyros toxicaria</i> Hiern              | 15                 | 1       | 14      | Déclin   |
| PALISSANDRE        | <i>Dalbergia abrahamii</i> Bosser & R. Rabev  | 3                  | 1       | 2       | Déclin   |
|                    | <i>Dalbergia baronii</i> Baker                | 28                 | 8       | 20      | Déclin   |
|                    | <i>Dalbergia greveana</i> Baill               | 79                 | 13      | 66      | Déclin   |
|                    | <i>Dalbergia madagascariensis</i> Vatke       | 26                 | 6       | 20      | Déclin   |
|                    | <i>Dalbergia mollis</i> Bosser & R. Rabev     | 32                 | 8       | 24      | Déclin   |
|                    | <i>Dalbergia trichocarpa</i> Baker            | 53                 | 8       | 45      | Déclin   |
| BOIS DE ROSE       | <i>Dalbergia louvelii</i> R. Vig.             | 4                  | 0       | 4       | Déclin   |
|                    | <i>Dalbergia monticola</i> Bosser & R. Rabev. | 16                 | 6       | 10      | Déclin   |
|                    | <i>Dalbergia normandii</i> Bosser & R. Rabev. | 2                  | 0       | 2       | Déclin   |
|                    | <i>Dalbergia purpurascens</i> Baill           | 29                 | 8       | 21      | Déclin   |
|                    | <i>Dalbergia xerophila</i> Bosser & R. Rabev. | 6                  | 0       | 6       | Déclin   |

### II.2.2. Synthèse globale des résultats obtenus dans chaque site

Ces études ont permis d'effectuer :

- des études dendrométriques (évaluation des biovolumes exploitables et surfaces terrières dans des surfaces bien délimitées.
- des études de régénération naturelle pour estimer le mode de croissance des populations d'espèces.
- des estimations des populations existantes de *Dalbergia* spp et *Diospyros* ssp

Les études réalisées ces deux dernières années (2009-2010) dans les localités sus – citées qui semblent les plus touchées par l’exploitation ont montré que les caractéristiques écologiques des espèces ciblées sont variables d’un site à un autre.

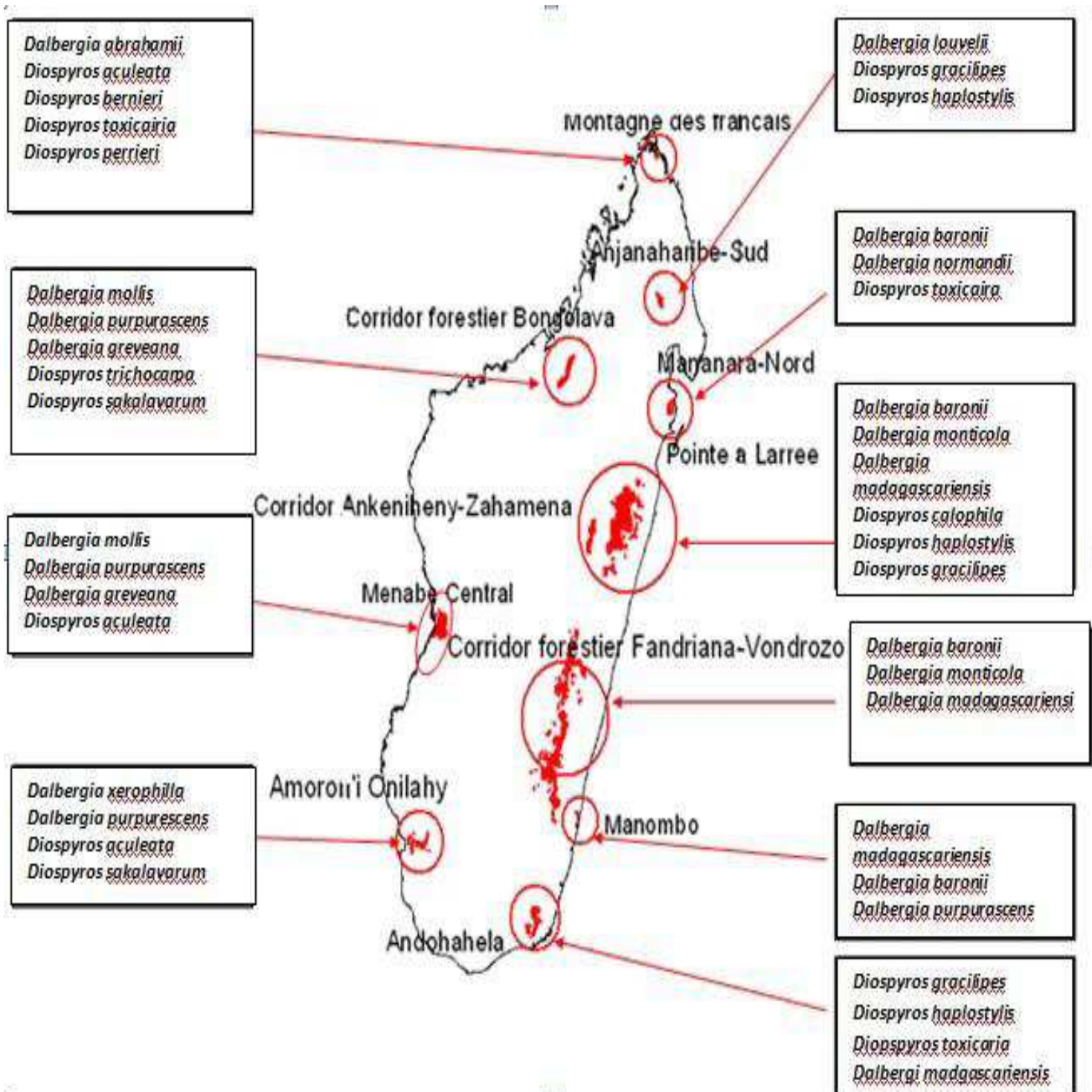
Les inventaires dans ces différents sites ont permis aussi de recenser au total 35 espèces de *Dalbergia* et 28 espèces de *Diospyros*. Le stock exprimé en biovolume est faible pour l’ensemble des espèces de *Dalbergia* ; il en est de même pour les espèces de *Diospyros* (inférieur 1 m<sup>3</sup>/Ha) sauf pour *D.tropophylla* (19m<sup>3</sup>/Ha). Le taux de régénération est faible (<100%) à moyenne (100% < TR <300%) pour les espèces appartenant aux 2 genres. Le stock est plus important en forêts denses humides par rapport à celui des forêts denses sèches pour l’ensemble des espèces des deux genres.

D’après les données récentes sur le plan national et international, 8 espèces de *Diospyros* (*Diospyros aculeata*, *Diospyros bernieri*, *Diospyros calophylla*, *Diospyros gracilipes*, *Diospyros haplostylis*, *Diospyros perrieri*, *Diospyros toxicaria*, *Diospyros sakalavarum*) et 11 espèces de *Dalbergia* (*Dalbergia abrahamii*, *Dalbergia baronii*, *Dalbergia greveana*, *Dalbergia louvelii*, *Dalbergia monticola*, *Dalbergia normandii*, *Dalbergia purpurascens*, *Dalbergia xerophylla*, *Dalbergia madagascariensis*, *Dalbergia mollis*, *Dalbergia trichocarpa*) sont reconnues comme étant des espèces les plus commercialisées à Madagascar (WWF, GSPM, DBEV et Reniala, 2010).

#### **II.2.2.1. Localisation des sites potentiels présélectionnés**

Compte tenu de la synthèse bibliographique décrites plus haut, les sites potentiels présélectionnés pour l’étude des bois précieux sont présentés sur la carte suivante :





Carte 2: Les sites potentiels préselectionnés pour l'étude de bois précieux



### II.2.2.2 Localisations des sites d'étude

Les sites d'investigation de cette étude sont résumés dans le tableau 7.

**Tableau 7: Les sites d'étude**

| Zones éco-floristiques                     | Sites d'étude   | Statut de protection |
|--|---|----------------------|
| Orientale de basse altitude (0 - 800 m)    | Manombo<br>Mahabo Mananivo<br>Corridor Fandriana Vondrozo | NAP et forêt classée |
| Orientale de moyenne altitude (800-1800 m) | Ranomafana  | Aire protégée        |
|  | Zahamena  | Aire protégée        |
| Occidentale de basse altitude (0 - 800 m)  | Ankarafantsika  | Aire protégée        |
|  | Mahamavo  | Non AP               |
|  | Analabe au Nord du Complexe                               |                      |
|  | Bongolava   |                      |
| Ampotaka –Betioky Sud                      |   |                      |

## II.3. Traitement des images

### II.3.1. Types des images

L'objectif est d'identifier sur l'image l'unité de végétation élémentaire afin de pouvoir valider une méthode de quantification de bois précieux dans le but d'une gestion durable de ces ressources. Les images SPOT5 qui ont une haute résolution spatiale de 2,5m ont été utilisées.

Une partie des images SPOT utilisées ont été fournies par le SEAS-OI de La Réunion. La sélection des images a été facilitée par le catalogue CAJI qui contient les informations sur la couverture des images SPOT pour Madagascar. La contrainte majeure pendant la sélection des images a été le volume important de scènes nécessaires. Ainsi, des choix ont été faits dans le but de réduire le nombre des images satellites et de prendre en considération la représentativité des types de formations végétales. A cela s'ajoute les difficultés classiques rencontrées pour le choix des images satellites dont la nébulosité surtout dans les tropiques.

Le tableau 8 suivant montre les scènes SPOT utilisées pendant cette étude.

**Tableau 8: Caractéristiques des images SPOT utilisées dans cette étude**

| <b>Bandes</b> | <b>Spectres (µm)</b> |       | <b>Résolutions</b> | <b>Couverture (km2)</b> |
|---------------|----------------------|-------|--------------------|-------------------------|
| S-mP          | 0,48-1,71            | PANC  | 2,5 mètres         | 3600                    |
| XS1           | 0,50-0,59            | VERT  | 10 mètres          | 3600                    |
| XS2           | 0,61-0,68            | ROUGE | 10 mètres          | 3600                    |
| XS3           | 0,78-0,89            | PIR   | 10 mètres          | 3600                    |
| XS4           | 1,58-1,75            | MIR   | 10 mètres          | 3600                    |

PANC : Panchromatique, PIR : Proche infra –rouge ; MIR : Moyen Infra-rouge.

De plus, des supports Google earth ont été explorés pendant les études. Ils ont permis d'extraire et de catégoriser les objets sur l'image à classifier. Ce procédé était essentiel vu qu'il était difficile de collecter le maximum de zones d'entraînement et qu'un nombre élevé de types d'occupation du sol était nécessaire.

### **II.3.2. Choix de traitement**

L'objectif de toute procédure de classification est de catégoriser automatiquement avec ou sans information qui la dirige, tous les pixels d'une image en des classes d'occupation du sol ou des thèmes. Les caractéristiques des pixels sont utilisées par l'algorithme classificateur comme base numérique pendant la catégorisation. Les images utilisées sont des images à haute résolution spatiale (2,5m). Le traitement adéquat à ce type d'image est le « traitement orienté objet ».

L'approche orientée-objet consiste à regrouper les pixels contigus en objets en se basant sur la valeur spectrale, la forme, le rapport longueur sur largeur, et sur d'autres paramètres, des objets à classer. Elle se fait en deux étapes : la segmentation et la classification de l'image.

- La segmentation de l'image :

Il s'agit d'une méthode pour regrouper des pixels similaires en des zones homogènes contiguës ou segment. Des algorithmes sophistiqués sont utilisés afin de comparer la valeur d'un pixel avec ceux qui les entourent. Si le pixel avoisinant est similaire avec le pixel source, il sera attribué au groupe contiguë correspondant ; sinon, un nouveau segment commence. Cette phase est importante vu qu'elle consiste à regrouper les pixels adjacents en objets ne disposant d'aucune signification thématiques.

- La classification de l'image

Après segmentation, la classification peut se faire sur la base des segments (appelées aussi objet) à la place des pixels.

Nombreux sont les avantages de la classification orientée objet :

- elle est flexible et robuste : les objets créés peuvent avoir des attributs divers et non seulement des informations spectrales ;
- elle est rapide : cette approche est plus rapide vue que le nombre de segments est moins nombreux que le nombre de pixels sur l'image ;
- concernant l'échelle : plus de détails et d'informations sont disponibles et exploitables. Des objets larges sont suffisants pour identifier et cartographier des zones homogènes. Pour notre cas, c'est le contraire ; des objets petits sont nécessaires pour déterminer/discerner les unités de végétation dans la mesure du possible ;
- le niveau de segmentation peut être spécifié, rendant possible la capture des objets de différentes tailles ;
- plusieurs objets intéressants peuvent être dérivés ;
- l'algorithme de classification peut utiliser les caractéristiques spectrales (la valeur des pixels) sur une image pour décrire l'objet en question,
- le résultat de la classification évite l'effet sel-poivre issue d'une classification basée sur les pixels pour les images de haute résolution spatiale.

Bref, l'approche orientée objet d'une image consiste à proposer au thématique l'automatisation de l'interprétation visuelle d'une image.

Cette approche permet donc de bien identifier et de catégoriser systématiquement et automatiquement les types et unités de végétation avec le plus de détail possible (comme si c'était dans le cas de la photo-interprétation) en utilisant les données issues de travaux de terrains pour bien diriger les algorithmes de classification des objets.

### **II.3.3. Traitement Orienté Objet**

- ✓ Les logiciels utilisés pendant les traitements
  - Monteverdi

Monteverdi est un logiciel libre de traitement d'images. Il dispose de fonctionnalités multiples et robustes. Il effectue des tâches importantes du traitement d'une manière efficace et robuste.

Nous avons utilisé Monteverdi pendant notre étude dans la fusion de bandes spectrales en vue de la création d'une bande néo-canaux de haute résolution spatiale.

- Envi (the Environment for visualizing images)

Envi est un logiciel commercial de traitement d'images aériennes et satellitaires et de télédétection. Registration, visualisation et traitement d'images sont tous faisables avec Envi. Nous avons utilisé ce logiciel pendant l'ensemble de l'analyse.

- ✓ La fusion de bande spectrale

La fusion est l'utilisation conjointe d'images hétérogènes pour l'aide à la prise de décision (Bloch et Maitre, 1994). Elle a pour but de combiner les informations issues des différentes sources (capteurs, multitemporel, ...) pour décider de l'appartenance d'une information à une classe d'objets et d'extraire l'information la plus fiable et exacte possible.

La première étape du traitement consiste en le géoréférencement et la fusion des bandes des images. Le géoréférencement a été faite suivant les approches standards sous Envi alors que la fusion des bandes spectrales panchromatique et multispectrales a été faite avec Monteverdi. Ceci a donné un résultat satisfaisant.

- ✓ La segmentation

La segmentation de l'image consiste générer des objets, créés par une technique ascendante de croissance de région (Sparfel et *al.*, 2008).

Nous avons utilisé l'approche spectrale basée sur les pixels (seuillages en niveau de gris) et l'approche basée sur les limites. La segmentation a été menée à des résolutions multiples dans le but de différencier plusieurs niveaux d'objets sur l'image.

Pendant la segmentation, les paramètres suivants ont été définis tout en tenant compte des objectifs visés et de la réalité :

- échelle : elle détermine l'hétérogénéité maximale autorisée au sein des objets et influence la taille moyenne des objets. La taille des objets résultants est proportionnelle avec l'échelle.
- couleur/forme : elles permettent d'ajuster l'influence de l'homogénéité des couleurs face à celle des formes. L'homogénéité spectrale dans la génération des objets est inversement proportionnelle avec le critère de forme.
- compactness : ici, l'utilisateur parvient à déterminer si les objets peuvent devenir irréguliers ou condensés.

Le tableau suivant présente les paramètres utilisés pour la segmentation et la classification orientée objet des scènes SPOT.

**Tableau 9: Paramètres utilisés pour la segmentation et la classification orientée objet des scènes SPOT**

| Segmentation et classification des scènes | Segmentation           |                 |         |       |  | Classification  |             |
|---|------------------------|-----------------|---------|-------|--|---|-------------|
|   | Niveau de segmentation | Bande spectrale | Echelle | Forme | compactness  | Type de classification  | Objet cible |
| Niveau 1                                  | PAN (1)<br>MS (2)      | 30              | 0.3     | 0.8   | Fonction membre booléen ou fuzzy   | SWIR: moyenne<br>PAN: contrast<br>Haralick, dissimilarity<br>Haralick Brightness  |             |
| Niveau 2                                  | PAN (1)<br>MS (2)      | 90              | 0.1     | 0.5   | Classification standard par l'approche le plus proche voisin, en utilisant les zones d'entraînements | Vert: moyenne<br>Rouge: moyenne PIR:<br>moyenne SWIR:<br>moyenne PAN:<br>moyenne, contrast<br>Haralick, dissimilarity<br>Haralick |             |

PAN : Panchromatique ; MS : Multi-spectrale ; PIR : Proche Infra-rouge ; SWIR : Short-Wave Infrared.

✓ La classification

La classification vient juste après segmentation de l'image. A cette étape, les informations utilisées ne sont plus les valeurs spectrales des pixels mais les caractéristiques des objets. Parmi ces caractéristiques figurent les descripteurs statistiques des valeurs spectrales, la forme, la texture, la compacité...

Ici, nous avons utilisé les données de Google earth et les données de terrains pour l'assignement des objets (appelés aussi objets échantillon) à chaque catégorie d'occupation du sol. Le maximum de type de classes d'occupation du sol a été établi pour exprimer les différences sur les caractéristiques des objets.

Nous avons utilisé comme classificateur le plus proche voisin pendant les analyses. C'est un classificateur doux et agit comme des descripteurs de classes. Ce classificateur est simple et figure figure parmi les plus robustes des classificateurs.

✓ Délimitation des parcelles de relevé et Etablissement d'une pré-carte

Une fois les couches de formations végétales établies, la prochaine étape consiste à délimiter les parcelles de relevés écologiques suivant des règles de la bio-statistique (30 répétitions par

sites d'étude). Leurs points centraux ont été enregistrés dans le GPS pour la réalisation du « Go To ». Les pré-cartes sont ensuite établies pour la vérité terrain.

- ✓ Identification des critères des unités de végétation

Les unités de végétation sont ensuite identifiées par leur :

- réponse texturale : elle donne les relations spatiales entre les éléments texturaux qui existent sur une image. Les calculs des critères de texture d'ENVI EX sont basés sur les travaux de Haralick.
- compacité : c'est le mode de condensation de l'objet.

## II.4. Collecte des données

### II.4.1. Recueils bibliographiques

Les études bibliographiques consistent à consulter, rassembler et compiler les maximums d'informations sur les sites d'étude et sur les espèces à étudier. Les documents consultés sont ceux relatifs aux bois précieux malgaches : ouvrages, et rapports sur les précédentes études.

### II.4.2. Consultations des herbiers

Des séances de travaux dans l'Herbarium de TEF à Ambatobe ont été effectuées pour se familiariser avec les caractères généraux des espèces. Cette technique facilite la reconnaissance des espèces sur le terrain.

### II.4.3. Enquêtes ethnobotaniques

Des enquêtes ethnobotaniques ont été menées dans le but de collecter des informations sur l'utilisation, la commercialisation et sur la filière bois précieux dans les zones d'étude.

Les enquêtes a été basées sur des questionnaires préétablis concernant les espèces collectées, les quantités prélevées, les lieux de récolte, les utilisations, les lieux de vente et les prix.

Les enquêtés sont des informateurs connaissant la région et les espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros*. Il s'agit des guides, des paysans locaux et des responsables locaux.

#### **II.4.4. Relevés écologiques**

Les relevés écologiques comprennent des observations directes et des collectes de données sur terrain.

La méthode adoptée est la méthode des placeaux pour caractériser l'habitat des espèces cibles et pour les inventorier. Elle consiste à installer un placeau de 20 x 50 m, soit 0,1ha, qui est ensuite subdivisé en placettes de 10 m x 10 m. Au minimum, 30 placeaux par site d'étude ont été installés pour répondre à la représentativité des résultats. L'emplacement des différents placeaux ont été définis à partir des images satellitaires et ont été localisés sur terrain à l'aide d'un GPS.

##### **II.4.4.1. Paramètres et descripteurs des habitats des espèces cibles**

Dans chaque unité d'échantillonnage ou placette, des paramètres écologiques, floristiques et physiologiques ont été notés.

Les paramètres écologiques considérés sont :

- les coordonnées géographiques données par le GPS ;
- l'altitude déterminée avec un altimètre ;
- la topographie
- l'exposition déterminée à l'aide de la boussole ;
- la nature et les caractéristiques du substrat

Les paramètres floristiques pris en compte sont :

- le nom vernaculaire des espèces les plus dominantes dans chaque parcelle
- le recouvrement : c'est la surface occupée par la projection au sol de la couronne des individus d'une formation (GOUNOT, 1969) ;
- la physiologie de la végétation avec les différentes strates observées.

##### **II.4.4.2. Inventaire des espèces cibles**

Tous les individus des espèces cibles présents à l'intérieur de chaque placeau ont été inventoriés, mesurés et géo référenciés à l'aide d'un GPS.

Les individus à DHP supérieur ou égal à 5 cm sont considérés comme des semenciers. Les individus de diamètre inférieur à 5 cm sont classés comme individus de régénération.

Les paramètres mesurés et notés pour chaque individu sont :

- le diamètre à hauteur de poitrine ou DHP pour les individus adultes : c'est le diamètre mesuré à 1,30 m du sol;

- la hauteur totale : c'est la longueur de la ligne droite joignant le pied de l'arbre (niveau du sol) à l'extrémité du bourgeon terminal de la tige;

- la hauteur du fût : c'est la longueur de la ligne droite joignant le pied de l'arbre à la première grosse branche.

- état phénologique : stade de développement de la plante observé sur le terrain (en phase de végétation, en phase de floraison, en phase de fructification).

## II.5. Traitement et analyse des données

L'analyse se fait à 3 niveaux : au niveau des parcelles, au niveau des formations végétales, au niveau des zones éco-floristiques.

Les analyses considérées pour les données issues des relevés écologiques concernent :

- la densité : c'est le nombre d'individus présents par unité de surface (Dajoz, 1975)
- la régénération naturelle : c'est l'ensemble des processus par lesquels les plantes se reproduisent naturellement sans intervention humaine (ROLLET, 1979).

L'étude de la régénération d'une espèce comprend la répartition des individus par classe de diamètre (structure démographique) et l'évaluation de leur taux de régénération.

- Structure démographique : il s'agit d'une répartition par classe de diamètre des espèces cibles à partir des individus de régénération et des semenciers comptés à l'intérieur du placeau.
- Taux de régénération : il se définit en terme de pourcentage du nombre des individus régénérés (Nr) par rapport au nombre des individus semenciers (Ns) (ROTHER, 1964).

$$TR (\%) = 100 \times Nr / Ns$$

Si :

TR est compris entre]0 – 100%], l'espèce a une difficulté de régénération, elle pourra disparaître si le degré d'utilisation est élevé ;

TR est entre]100 – 1000%], l'espèce a un potentiel de régénération moyen, sa survie est certaine si le milieu n'est pas perturbé ;

TR est supérieur à 1000%, l'espèce a un bon potentiel de régénération. La survie de l'espèce est assurée.



- la surface terrière ( $G_i$ ) : c'est le recouvrement basal représenté par la surface occupée par les parties aériennes des individus de l'espèce au niveau du sol, ou dans le cas des arbres à la hauteur de poitrine (Gounot, 1969).

Elle peut être calculée au niveau du peuplement, mais aussi pour chaque espèce. Elle est obtenue à partir de la formule de Dawkins (1959) :

$$G = \frac{\pi}{4} \sum d_i^2$$

Avec  $G$  : surface terrière de chaque individu ligneux ;

$d_i$  : diamètre à hauteur de poitrine de chaque individu.

Pour un peuplement végétal, la surface terrière totale ( $m^2/ha$ ) est égale à :

$$G = \sum_{i=1}^x g_i$$

- le bovolume ( $V$ ) ou potentiel en bois des espèces étudiées : c'est le volume estimatif de bois fourni par les individus mesurés dans la parcelle. Il est obtenu par la formule de Dawkins (1959) adaptée aux régions tropicales :

$$V_i = 0,53 \times G_i \times H_i$$

avec  $V_i$  : biovolume de chaque individu  $i$  (en  $m^3$ );

**0,53** : valeur du coefficient de forme ;

$G_i$  : surface terrière de chaque individu  $i$  (en  $m^2$ ) ;

$H_i$  : hauteur (en  $m$ ).

## **Partie III. RESULTATS**

Rapelons que le traitement approprié à notre image SPOT à haute résolution spatiale est le « traitement orienté objet ». Contrairement au traitement à classification supervisée dont l'interprétation est basée sur la réponse spectrale de chaque unité de végétation, l'interprétation des images issues de traitement orienté objet est surtout basée sur la réponse texturale et la compacité. On essaiera de lier ces critères avec les caractéristiques biométriques et démographiques de chaque espèce de bois précieux dans chaque unité de végétation et dans chaque zone éco-floristique. Par conséquent, les résultats que nous allons présenter concerne à l'identification de ces critères de liaison, à la description des habitats des espèces cibles et à la caractérisation biométrique et démographique des espèces cibles par site d'étude et par zone éco-floristique.

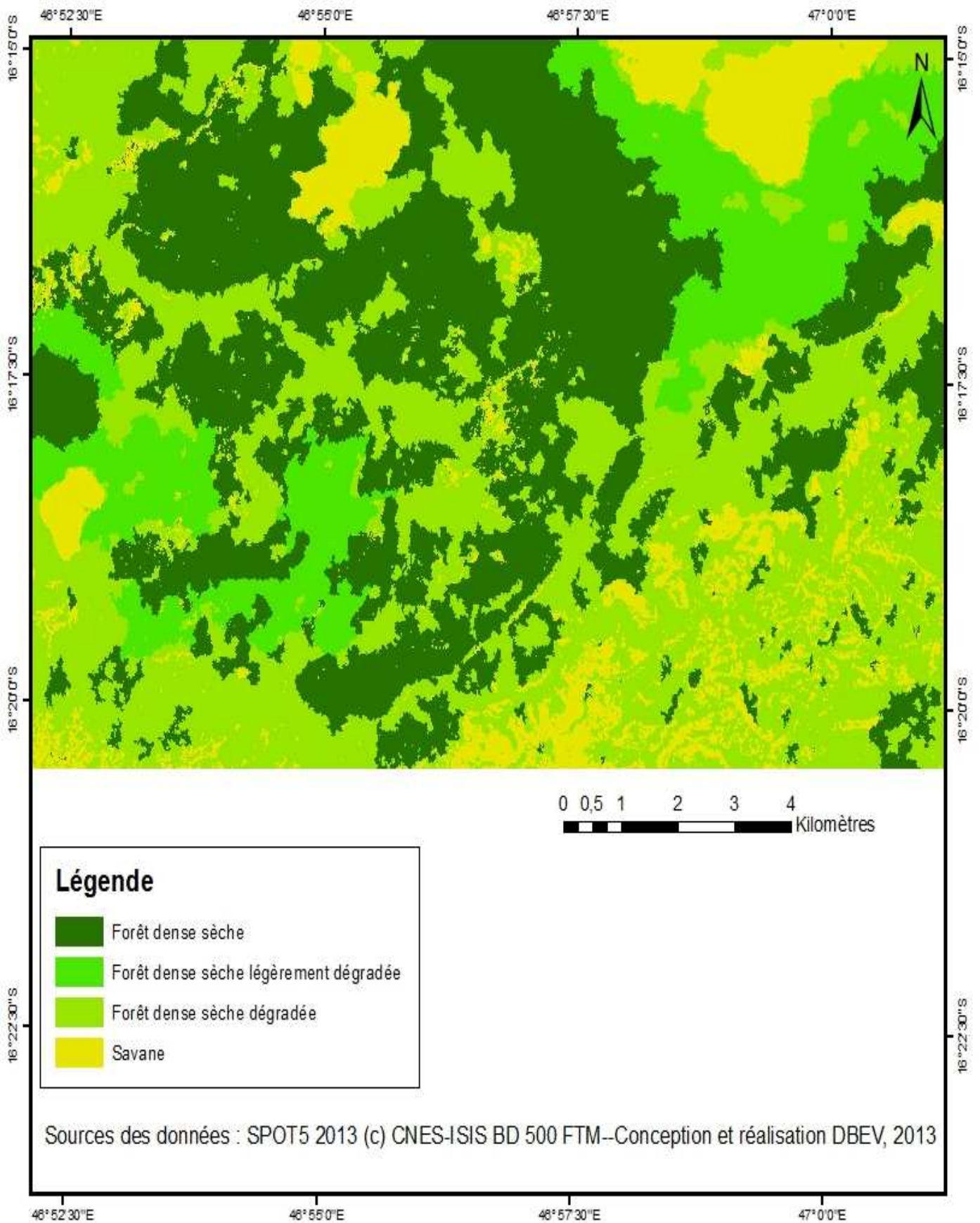
### **III.1. Les critères d'identification de population ou de peuplement sur l'image**

Les cartes définitives des différentes unités de végétation des sites site d'étude (Ankarafantsika, Bongolava, Mahavo, Zahamena, Ranomafana, Betioky, Mahabo-Mananivo et Manombo) ont été établies après la vérité terrain. Chaque site a leur propre unité de végétation.

#### *Site Ankarafantsika*

Quatre unités de végétation ont été identifiées dans le site d'Ankarafantsika sur la carte : la forêt dense sèche primaire colorée en vert foncé, la forêt dense sèche légèrement dégradée colorée en vert, la forêt dense sèche dégradée colorée en vert clair et la savane colorée en jaune (carte 3).

Les données concernant les caractéristiques de chaque unité de végétation sont illustrés dans le tableau 10. Ce dernier montre que la texture moyenne de la forêt dense sèche est plus élevée (90-205) que celle des autres unités de végétation : forêt dense sèche légèrement dégradée (75-88), forêt dense sèche dégradée (68- 71) et la savane (42-66). La savane est la plus importante en termes de compacité, que les autres unités de végétation avec une compacité entre 0,28 et 0,5.



Carte 3: Unités de végétation identifiées à Ankarafantsika

**Tableau 10: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Ankarafantsika**

| <b>Objets identifiés</b>              | <b>Texture moyenne</b> | <b>Compacité</b> |
|---------------------------------------|------------------------|------------------|
| Forêt dense sèche                     | 90-205                 | 0,12-0,27        |
| Forêt dense sèche légèrement dégradée | 75-88                  | 0,088-0,09       |
| Forêt dense sèche dégradée            | 68-71                  | 0,04-0,078       |
| Savane                                | 42-66                  | 0,28-0,5         |

***Site Analabe Bongolava***

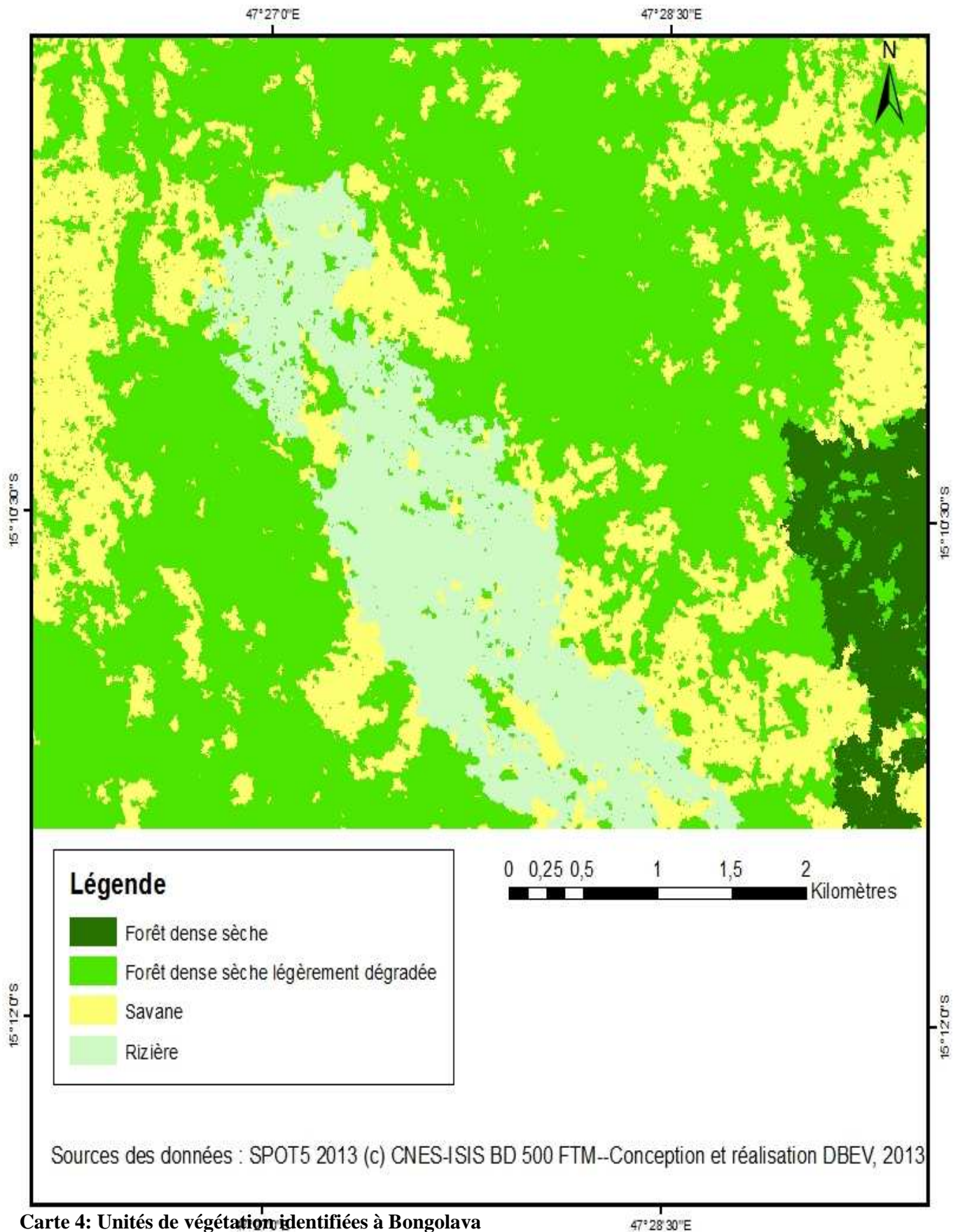
Dans le site de Bongolava, quatre unités de végétation ont été détectées tels que la forêt dense sèche, la forêt dense légèrement dégradée, la savane et la rizière (Carte 4). Ces unités de végétation ont leurs propres caractéristiques qui sont détaillées dans le tableau 11.

**Tableau 11: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Bongolava**

| <b>Objets identifiés</b>                       | <b>Texture moyenne</b> | <b>Compacité</b> |
|--|------------------------|------------------|
| Forêt dense sèche                              | 92-112                 | 0,19-0,28        |
| Forêt dégradée dense sèche légèrement dégradée | 69-82                  | 0,078-0,08       |
| Savane   | 60-62                  | 0,05-0,06        |
| Rizière  | 47-58                  | 0,13-0,15        |

Ce tableau montre que la texture moyenne et la compacité sont élevées dans la forêt dense sèche respectivement 92-112 et 0,19-0,28. Ceci explique que cette unité de végétation est très condensée, contrairement à la savane ayant une compacité faible (0,05-0,06).





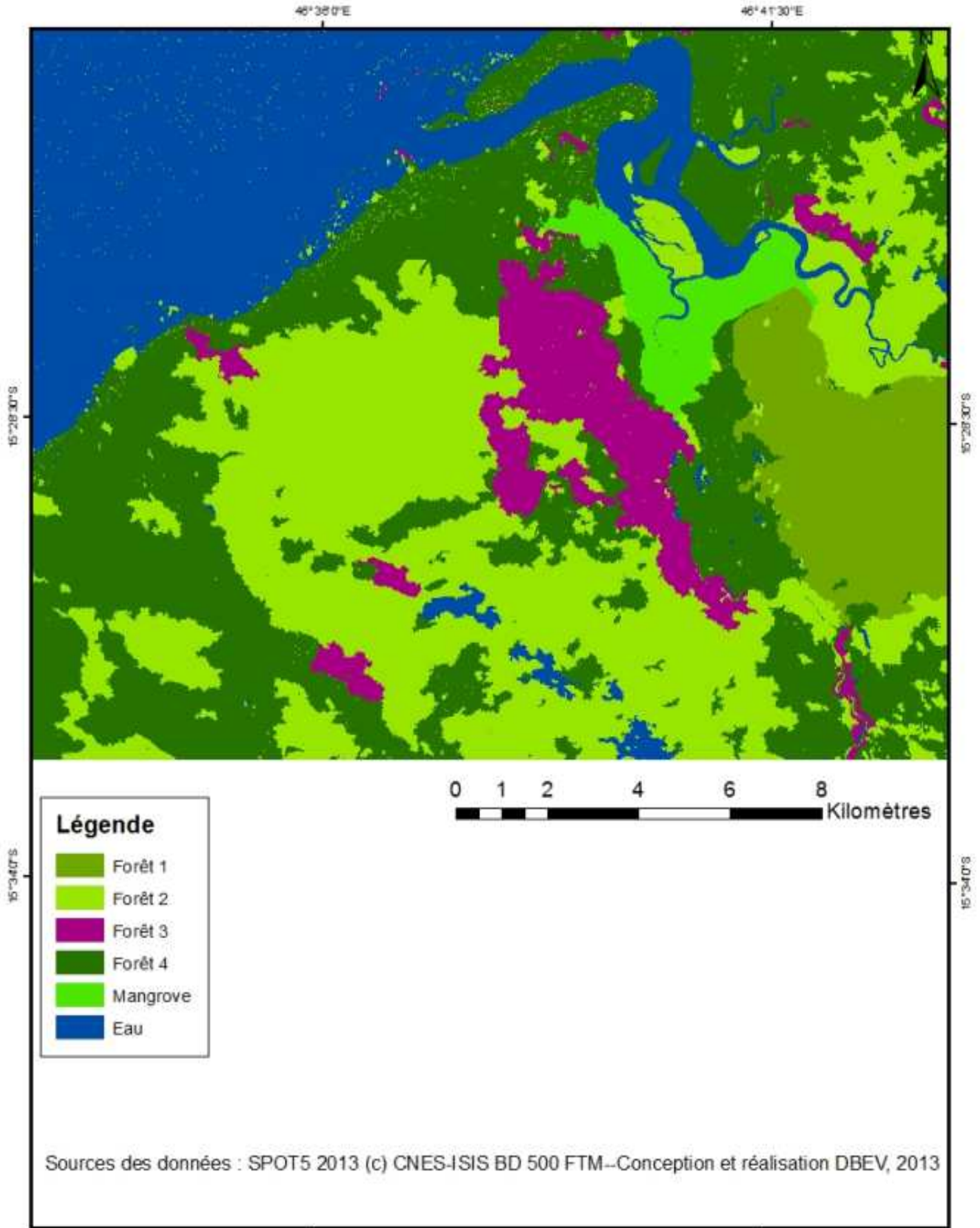
**Site Mahamavo**

Le traitement d'image satellitaire de Mahamavo permet de distinguer 6 unités de végétation dont cinq sont des forêts et une de mangrove (Carte 5).

Les caractéristiques des unités de végétation détectées sont détaillées dans le tableau 12. La texture moyenne de la mangrove est plus importante (115-141) que celle des autres de végétation forêt 1 (98-105), forêt 2 (75-96), forêt 3 (108-113) et forêt 4 (64-70). La compacité est également importante dans la mangrove (0,19-0,27).

**Tableau 12: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Mahamavo**

| <b>Objets identifiés</b> | <b>Texture moyenne</b> | <b>Compacité</b> |
|--------------------------|------------------------|------------------|
| Forêt 1                  | 98-105                 | 0,12-0,15        |
| Forêt 2                  | 75-96                  | 0,09-0,11        |
| Forêt 3                  | 108-113                | 0,02-0,06        |
| Forêt 4                  | 64-70                  | 0,16-0,18        |
| Mangrove                 | 115-141                | 0,19-0,27        |



Carte 5: Unités de végétation identifiées à Mahamavo



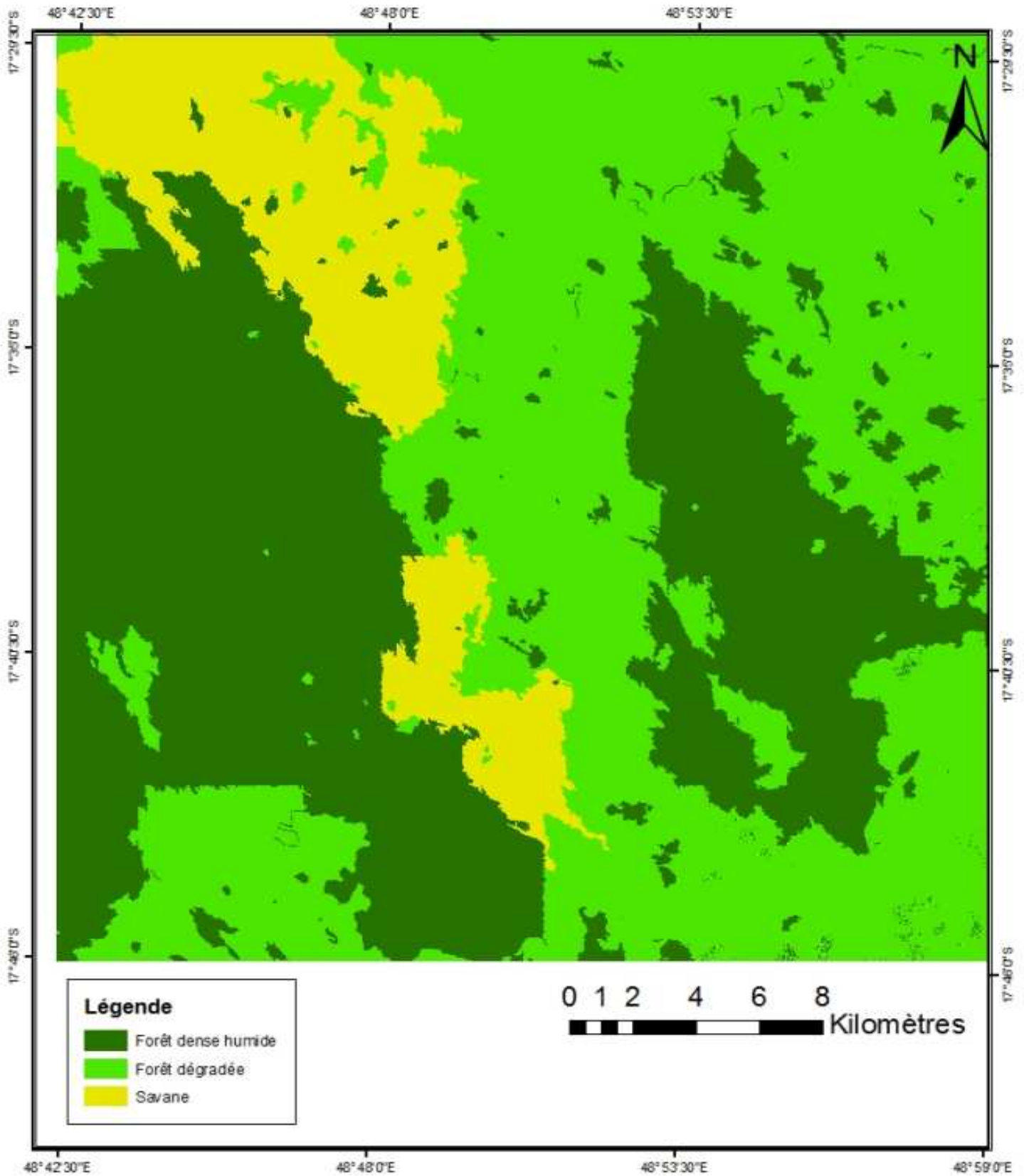
**Site Zahamena**

Trois unités de végétation sont identifiées dans le site Zahamena : la forêt dense humide, la forêt dégradée et la savane (Carte 6).

Le tableau suivant montre les caractéristiques de ces unités de végétation. Il montre que la forêt dense humide est importante en termes de texture moyenne (170-180) et de compacité (0,22-0,28) suivi de forêt dégradée (texture moyenne entre 144 et 160 et compacité entre 0,16 et 0,2).

**Tableau 13: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Zahamena**

| <b>Objets identifiés</b> | <b>Texture moyenne</b> | <b>Compacité</b> |
|--------------------------|------------------------|------------------|
| Forêt dense humide       | 170-180                | 0, 22-0,28       |
| Forêt dégradée           | 144-160                | 0,16-0,2         |
| Savane                   | 56-80                  | 0,10-0,18        |



Sources des données: SPOT5 2013 (c) CNES-ISIS BD 500 FTM--Conception et réalisation DBEV, 2013  
Carte 6: Unités de végétation identifiées à Zahamena

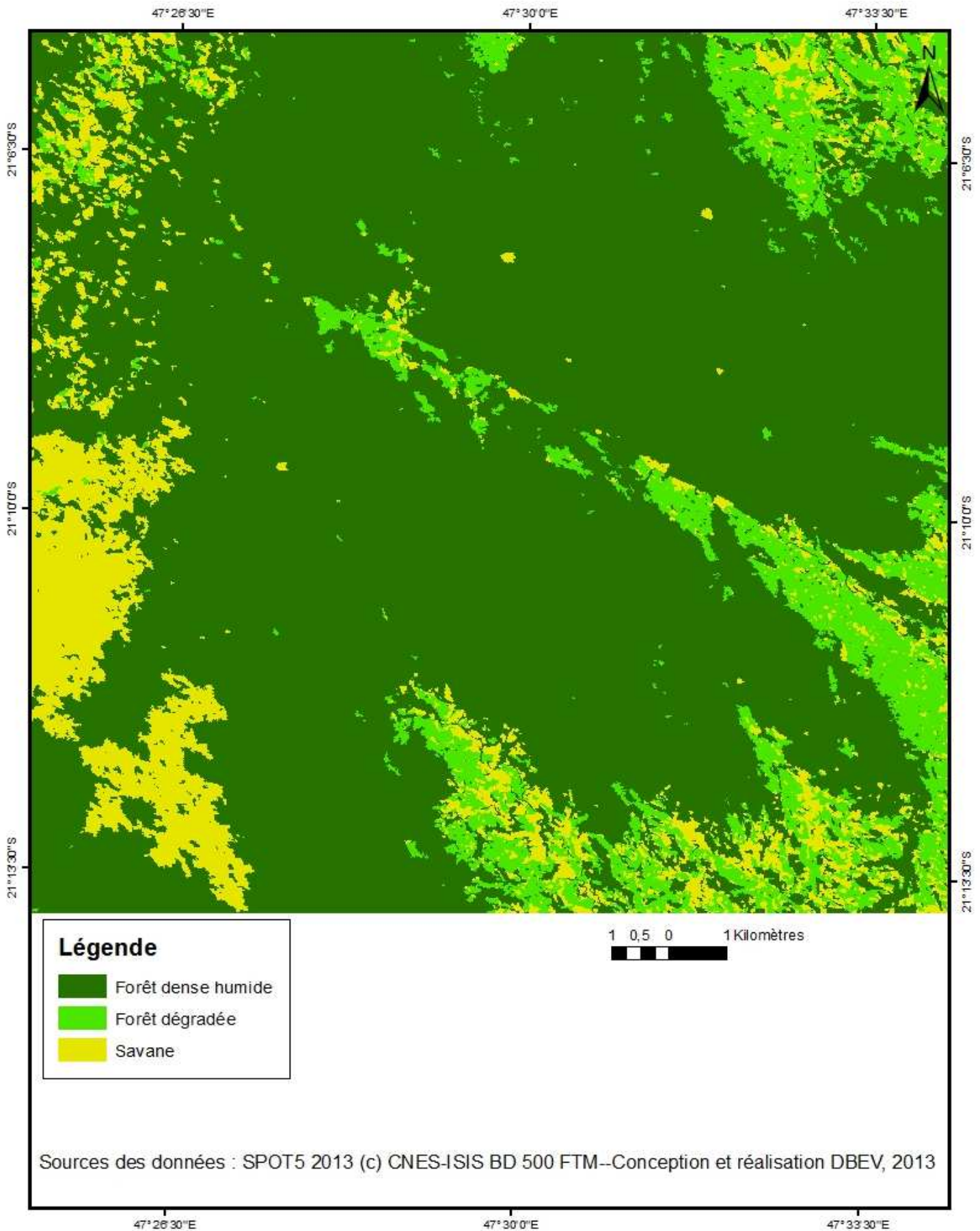
**Site Ranomafana**

La carte 7 montre les trois unités de végétation identifiées dans le site de Ranomafana : la forêt dense humide, la forêt dégradée et la savane. Les caractéristiques de ces unités de végétation sont détaillées dans le tableau 14.

**Tableau 14: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Ranomafana**

| <b>Objets identifiés</b> | <b>Texture moyenne</b> | <b>Compacité</b> |
|--------------------------|------------------------|------------------|
| Forêt dense humide       | 180-211                | 0,22-0,27        |
| Forêt dégradée           | 142-170                | 0,15-0,2         |
| Savane                   | 104-134                | 0,12-0,14        |

Ce tableau montre que la texture moyenne et la compacité sont plus élevées dans la forêt dense humide avec respectivement (180-211) et (0,22-0,27) que dans la forêt dégradée (142-170 et 0,15-0,2) et la savane (104-134 et 0,12-0,14). La forêt dense humide est donc, plus condensée que les autres unités de végétation.



Carte 7: Unités de végétation identifiées à Ranomafana

*Site Betioky sud*

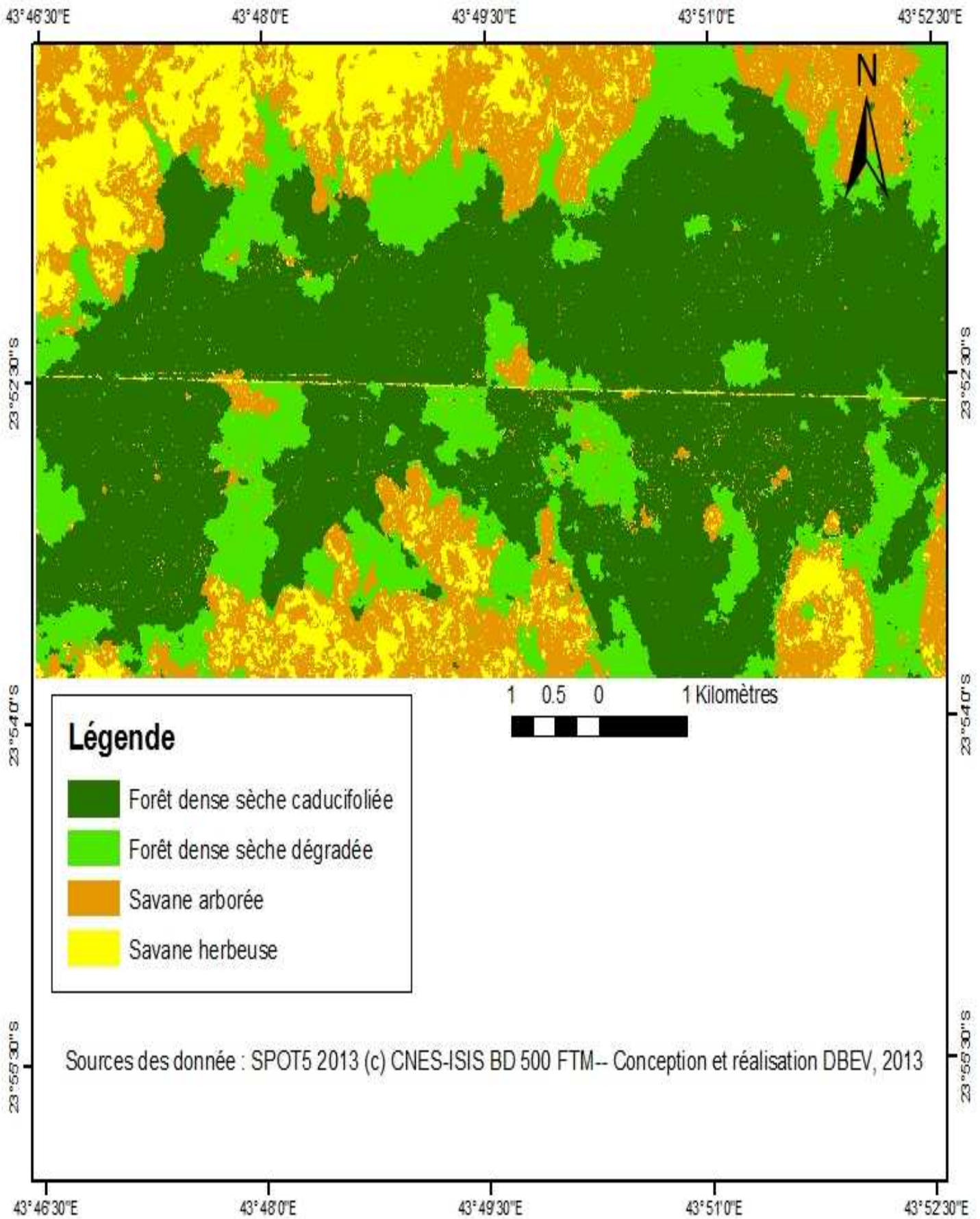
Quatre objets ont été identifiés dans le site de Betioky Sud, tels que la forêt dense sèche caducifoliée, la forêt dense sèche dégradée, la savane arborée et la savane herbeuse (carte 8). Le tableau suivant montre les caractéristiques de chaque objet.

**Tableau 15: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Betioky Sud**

| <b>Objets identifiés</b>       | <b>Texture moyenne</b> | <b>Compacité</b> |
|--------------------------------|------------------------|------------------|
| Forêt dense sèche caducifoliée | 120-146                | 0,20-0,28        |
| Forêt dense sèche dégradée     | 94-119                 | 0,14-0,19        |
| Savane arbustive               | 64-93                  | 0,11-0,13        |
| Savane herbeuse                | 57-63                  | 0,08-0,1         |

Ce tableau montre la forêt dense sèche caducifoliée possède une texture moyenne et une compacité plus élevée avec respectivement (120-146) et (0,20-0,28). Suivi de forêt dense sèche dégradée avec une texture moyenne de 94-119 et une compacité de 0,14-0,19 ; de savane arbustive dont la texture moyenne est 64-93 et la compacité est 0,11-0,13 et de savane herbeuse avec une texture moyenne entre 57 à 63 et une compacité entre 0,08 à 0,1.





Carte 8: Unités de végétation identifiées à Betioky Sud

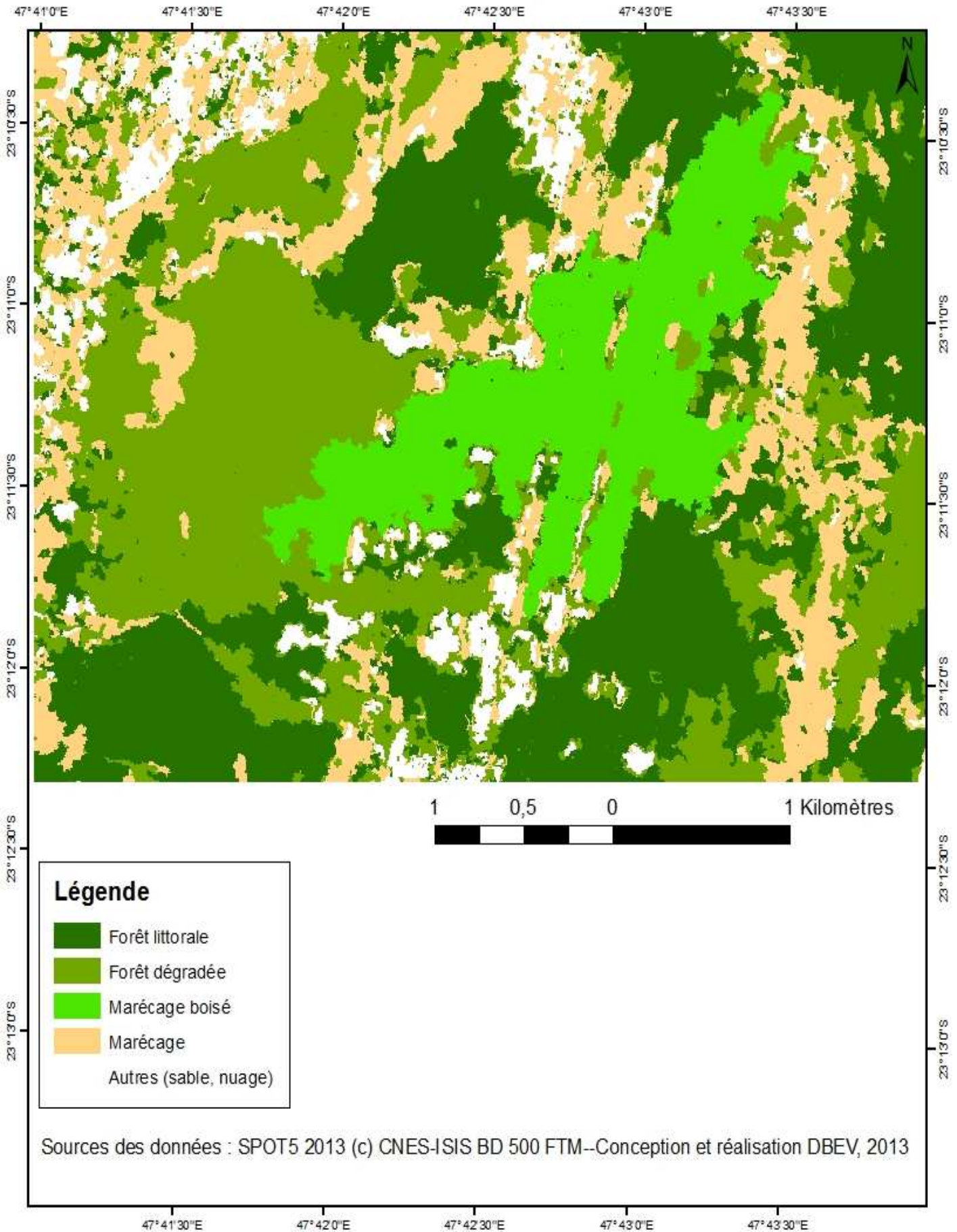
**Site Mahabo-Mananivo**

Cinq objets de végétation ont été identifiés à Mahabo-Mananivo dont quatre unités de végétation : la forêt littorale, la forêt dégradée, le marécage boisé et le marécage temporaire (Carte 9). Les caractéristiques des objets identifiés sont figurées dans le tableau 16.

**Tableau 16: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Mahabo-Mananivo**

| <b>Objets identifiés</b> | <b>Texture moyenne</b> | <b>Compacité</b> |
|--------------------------|------------------------|------------------|
| Forêt littorale          | 92-160                 | 0,23-0,29        |
| Forêt dégradée           | 73-90                  | 0,18-0,22        |
| Marécage boisé           | 68,9- 70               | 0,068-0,09       |
| Marécage                 | 62,5-67                | 0,09-0,17        |

La forêt littorale diffère les autres unités de végétation par sa texture moyenne 92-160 et sa compacité 0,23 et 0, 29. Elle est plus condensée que les autres.



Carte 9: Unités de végétation identifiées à Mahabo-Mananivo



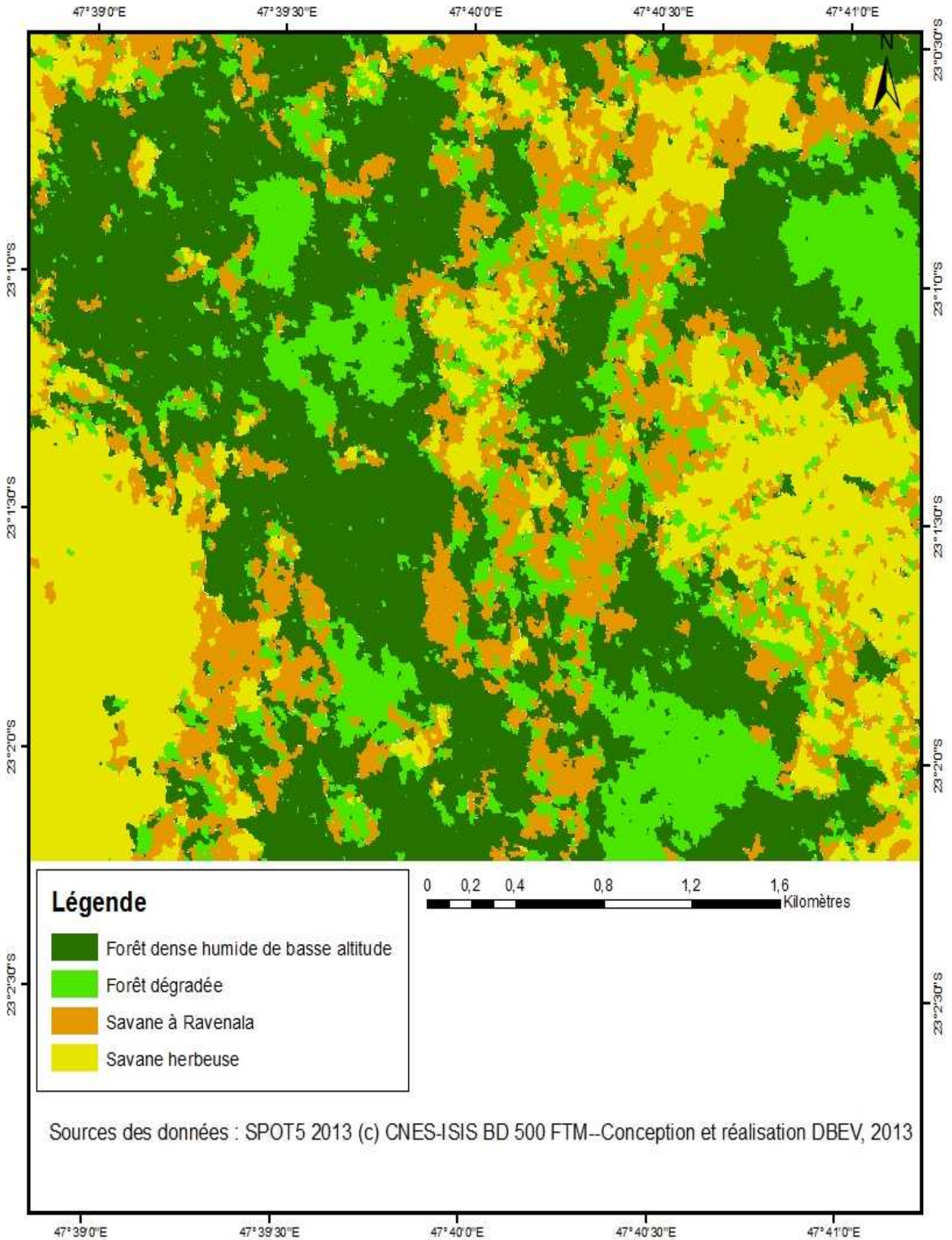
**Site Manombo**

Le traitement d'image satellitaire de Manombo révèle 4 unités de végétation : la forêt dense humide de basse altitude, la forêt dégradée, la savane à *Ravenala* et la savane herbeuse (Carte 10). Le tableau 17 montre les caractéristiques de chaque unité de végétation.

**Tableau 17: Caractéristiques des unités de végétation détectées à Manombo**

| <b>Objets identifiés</b>             | <b>Texture moyenne</b> | <b>Compacité</b> |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|
| Forêt dense humide de basse altitude | 78-81                  | 0,23-0,26        |
| Forêt dégradée                       | 70-75                  | 0,16-0,22        |
| Savane à <i>Ravenala</i>             | 67-69                  | 0,13-0,15        |
| Savane herbeuse                      | 40-58                  | 0,07-0,10        |

Ce tableau 17 montre l'importance de la texture moyenne et de la compacité dans la forêt dense humide de basse altitude avec respectivement 78-81 et 0,23-0,26, suivi de forêt dégradée (70-75) et (0,16-0,22), la savane à *Ravenala* (67-69) et (0,13-0,15) et la savane herbeuse (40-58) et 0,07-0,10).



Carte 10: Unités de végétation identifiées à Manombo

### III.2. Caractérisation de l'habitat des espèces cibles

Les évaluations écologiques entreprises au cours de cette étude concernent 33 espèces de bois précieux : 13 espèces de *Dalbergia* et 24 espèces de *Diospyros*. La liste de ces espèces et les sites d'étude où elles ont été recensées sont résumées dans le tableau 18.

**Tableau 18: Liste des espèces de bois précieux par site d'étude**

| Genres                                    | Espèces                    | SITES D'ETUDE |     |       |      |     |      |      |      |     |
|---|----------------------------|---------------|-----|-------|------|-----|------|------|------|-----|
|   |                            | MNB           | MNV | COFAV | RNMF | ZHM | ANKR | ANLB | BTKS | MMV |
| D<br>A<br>L<br>B<br>E<br>R<br>G<br>I<br>A | <i>D. baronii</i>          |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. chapelieri</i>       |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. monticola</i>        |               |     | +     | +    | +   |      |      |      |     |
|   | <i>D. normandii</i>        |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. madagascariensis</i> | +             | +   | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. maritima</i>         |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. orientalis</i>       |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. greveana</i>         |               |     |       |      |     | +    | +    | +    | +   |
|   | <i>D. purpurascens</i>     |               |     |       |      |     | +    | +    | +    |     |
|   | <i>D. mollis</i>           |               |     |       |      |     |      | +    |      | +   |
|   | <i>D. trichocarpa</i>      |               |     |       |      |     | +    | +    |      |     |
|   | <i>D. tsiandalana</i>      |               |     |       |      |     | +    | +    |      |     |
|   | <i>D. peltieri</i>         |               |     |       |      |     | +    | +    |      |     |
| D<br>I<br>O<br>S<br>P<br>Y<br>R<br>O<br>S | <i>D. aculeata</i>         |               |     |       |      |     |      |      | +    |     |
|   | <i>D. filipes</i>          |               |     |       |      | +   |      |      |      |     |
|   | <i>D. lanceolata</i>       |               |     |       |      | +   |      |      |      |     |
|   | <i>D. berneriana</i>       |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. gracilipes</i>       | +             | +   | +     |      | +   |      |      |      |     |
|   | <i>D. haplostylis</i>      |               |     | +     |      | +   | +    |      |      |     |
|   | <i>D. macrosepala</i>      |               |     | +     | +    |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. megasepala</i>       |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. perrieri</i>         |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. platyrachis</i>      |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>Diospyros sp1</i>       |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>Diospyros sp4</i>       |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. subsessilifolia</i>  |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. nigricans</i>        |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. stenocarpa</i>       |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>D. toxicaria</i>        |               |     | +     |      |     |      |      |      |     |
|   | <i>Diospyros sp</i>        |               |     |       |      | +   |      |      |      |     |
|   | <i>D. myriophylla</i>      |               |     |       |      |     | +    | +    |      |     |
|   | <i>D. tropophylla</i>      |               |     |       |      |     | +    |      |      |     |
|   | <i>D. pervilleana</i>      |               |     |       |      |     | +    |      |      | +   |
| <i>D. boivinii</i>                        | +                          |               |     |       |      |     |      |      |      |     |
| <i>D. ferrea</i>                          | +                          | +             |     |       |      |     |      |      |      |     |
| <i>D. gracilipes var velupites</i>        | +                          | +             |     |       |      |     |      |      |      |     |
| <i>D. squamosa</i>                        |                            | +             |     |       |      |     |      |      |      |     |

MNB : Manombo- MNV : Mahabo Mananivo-COFAV : Corridor Fandriana Vondrozo

RNMF : Ranomafana- ZHM : Zahamena-ANKR : Ankarafantsika- ANLB : Analabe- BTKS : Betioky

Sud- MMV : Mahamavo

### III.2.1. Caractérisation des habitats des espèces de *Dalbergia*

#### III.2.1.1. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia monticola*

*Dalbergia monticola*, une espèce de forêt dense humide de moyenne altitude, a été recensée dans la forêt de Ranomafana, dans la forêt de Zahamena et dans la forêt de Kianjavato du corridor Fandriana Vondrozo.

Elle est présente en forêt primaire peu ou non dégradée à faible degré d'ouverture (5-20%) à degré d'ouverture moyen (50%). Elle se rencontre à différents niveaux topographiques : bas-versant, mi-versant, haut-versant. Les formations végétales sont pluristratifiées composées de 3- 4 strates :

- 0-2 m : constituée essentiellement par des espèces herbacées, *Nastus capitatus* (BAMBUSEAE), *Cephalostachyum sp* (BAMBUSEAE) *Scleria sp* (CYPERACEAE), *Lygodium sp* (LYGODIACEAE), *Hypoestes sp* (ACANTHACEAE) et des individus de régénération des espèces des strates supérieures

- 2- 6 m : strate arbustive : *Stephanodaphne sp* (THYMELIACEAE), *Dracaena reflexa* (ASPARAGACEAE), *Cyathea decrescens* (CYATHEACEAE), *Dypsis sp* (ARECACEAE), *Canthium sp* (RUBIACEAE), *Vernonia sp* (ASTERACEAE), *Pandanus sp* (PANDANACEAE), *Zanthoxylum madagascariense* (RUTACEAE), *Dracaena reflexa* (ASPARAGACEAE), *Symphonia fasciculata*, *Drypetes capuronii*

- 6- 8 m : strate moyenne : *Tambourissa religiosa* (MONIMIACEAE), *Tambourissa thouvenotii* (MONIMIACEAE), *Ficus pachyclada* (MORACEAE), vantsilana, *Nuxia capitata* (STILBACEAE), *Ilex mitis* (AQUIFOLIACEAE) et *Ravenala madagascariensis* (STRELITZIACEAE) en zone dégradée.

- 8- 18 m : strate supérieure constituée par des grands arbres : *Ocotea nervosa* (LAURACEAE), *Sloanea rhodantha* (ELAEOCARPACEAE), *Mammea bongo* (CLUSIACEAE), *Syzygium emirnense* (MYRTACEAE), *Ocotea capuronii* (LAURACEAE), *Streblus dimepate* (MORACEAE), *Cryptocarya crassifolia* (LAURACEAE), *Eugenia sp* (MYRTACEAE), *Domohinea perrieri*, *Uapaca thouarsii* (EUPHORBIACEAE) *Uapaca louvelii* (EUPHORBIACEAE), *Euphorbia hediotoides* (EUPHORBIACEAE).

#### III.2.1.2. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia baronii*

*Dalbergia baronii* a été rencontré en haut versant de la forêt dense humide de basse altitude dégradée dans la commune rurale de Kianjavato. Le sol est ferrallitique et rocailleux par endroit. La structure de la végétation est pluristratifiée avec une voûte forestière

discontinue. La strate supérieure de 8 à 15m de haut, comporte les grands arbres comme *Canarium madagascariensis* (BURSERACEAE), *Anthostema madagascariensis* (EUPHORBIACEAE), *Syzygium emirnense* (MYRTACEAE). La strate moyenne de 2 à 6 m est composée par *Pandanus* sp (PANDANACEAE), *Ravenala madagascariensis* (STRELITZIACEAE). Une strate inférieure à 2m est représentée par des espèces de *Dracaena reflexa* (DRACAENACEAE), *Psorospermum* sp (HYPERICACEAE).

### III.2.1.3. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia chapelieri*

*Dalbergia chapelieri* est une espèce qui se développe dans une formation forestière humide de basse altitude. Elle a été rencontrée dans la forêt moyennement dégradée de Kianjavato à tous les niveaux topographiques allant du bas versant à la crête. La formation forestière est d'environ 12-16 m de haut, avec un degré d'ouverture assez importante, environ 50% laissant pénétrer les rayons du soleil.

### III.2.1.4. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia madagascariensis*

*Dalbergia madagascariensis* a été recensé dans la forêt de Kianjavato et dans la forêt de Manombo. Les formations végétales sont formées par des forêts denses humides sur sols ferrallitiques. Elles peuvent être des formations moyennement dégradées à voûte fermée, à degré d'ouverture de 10-20% ou des formations dégradées. *Dalbergia madagascariensis* occupe différentes stations topographiques, à partir du mi-versant jusqu'à la crête. Ces forêts sont généralement pluristratifiées et dominées par des grands arbres : *Ocotea capuronii* (LAURACEAE), *Sideroxylon* sp (SAPOTACEAE), *Canarium madagascariensis* (BURSERACEAE), *Uapaca louvelii* (EUPHORBIACEAE), *Streblus dimepate* (MORACEAE), *Pachytrophe obovata* (MORACEAE), *Hirtella tamenaka* (CHRYSOBALANACEAE), *Humbertia madagascariensis* (MORACEAE), *Erythroxylum ampullaceum* (ERYTHROXYLACEAE), *Anthostema madagascariensis* (EUPHORBIACEAE), *Mauloutchia parvifolia*, *Uapaca littoralis* (EUPHORBIACEAE), *Homalium brevipedunculatus* (TILIACEAE), *Ambavia gerrardii* (ANNONACEAE).

### III.2.1.5. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia normandii*

*Dalbergia normandii* a été rencontré en haut versant des forêts denses humides de basse altitude relativement primaires de Vatovavy faisant partie des forêts de Kianjavato. La formation végétale est à haute futaie de 15 m et caractérisée par une canopée fermée, à



degré d'ouverture de 10%. Le sous bois est dense formé par beaucoup de plantules des essences des strates moyennes et supérieures. La strate supérieure est composée par des grands arbres à hauteur moyenne de 14 m : *Ocotea capuronii* (LAURACEAE), *Cryptocarya crassifolia* (LAURACEAE), *Tambourissa thouvenotii* (MONIMIACEAE), *Streblus dimepate* (MORACEAE). La strate moyenne est occupée par *Dypsis hildebrandtii* (ARECACEAE), *Ravenea* sp (ARECACEAE), *Pandanus* sp (PANDANACEAE).

### III.2.1.6. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia orientalis*

*Dalbergia orientalis* a été rencontré en bas versant dans une formation forestière relativement primaire. La structure de la végétation est pluristratifiée. Trois strates peuvent être distinguées :

- une strate inférieure de 0-2 m de hauteur caractérisée par des individus de régénérations des espèces telles que *Chrysophyllum boivinianum* (SAPOTACEAE), *Sideroxylon* sp (SAPOTACEAE), *Pandanus* sp (PANDANACEAE), *Cyathea* sp (CYATHEACEAE), *Dracaena reflexa* (ASPARAGACEAE), *Hypoestes* sp. (ACANTHACEAE), *Asparagus simulans* (ASPARAGACEAE), *Nastus capitatus* (BAMBUSEAE), *Dianella ensifolia* (LILIACEAE)
- une strate moyenne arbustive de 2-6 m de hauteur composée de *Schefflera* sp (ARALIACEAE), *Ravenala madagascariensis* (STRELITZIACEAE), *Cyathea* sp (CYATHEACEAE), *Evodia* sp (RUTACEAE), *Ficus* sp (MORACEAE), *Mammea bongo* (CLUSIACEAE), *Erythroxylum sphaerantum* (ERYTHROXYLACEAE), *Gaertnera* sp (RUBIACEAE)
- une strate supérieure arborée de 6-15 m avec un taux de recouvrement de 50% dont les espèces les plus représentées sont *Canarium madagascariensis* (BURSERACEAE), *Tambourissa thouvenotii* (MONIMIACEAE), *Ocotea* sp (LAURACEAE), *Uapaca* sp (EUPHORBIACEAE), *Sloanea rhodantha* (ELAEOCARPACEAE), *Anthostema madagascariensis*, *Sideroxylon* sp (SAPOTACEAE), *Mammea bongo* (CLUSIACEAE)

### III.2.1.7. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia maritima*

*Dalbergia maritima* a été observé au niveau de la crête d'une formation forestière humide de basse altitude moyennement dégradée d'environ 16 m de haut, avec un degré d'ouverture assez important, environ 50%. La voûte forestière n'est pas jointive et

laisse passer une grande luminosité des rayons du soleil. La formation forestière est dominée par *Ravenala madagascariensis* (STRELITZICAEAE) et *Dypsis* sp (ARECACEAE).

### III.2.1.8. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia mollis*

Le type de formation végétale où on a rencontré *Dalbergia mollis* est un peuplement ouvert à voûte discontinue atteignant un degré d'ouverture de 60-70%. Quatre (4) strates peuvent être distinguées :

- les émergents constitués par : *Cordyla madagascariensis* (FABACEAE), *Bivinia jalbertii* (SALICACEAE), *Canarium* sp. (BURSERACEAE), *Strychnos madagascariensis* (LOGANIACEAE), *Stereospermum euphorioides* (BIGNONIACEAE)

- une strate supérieure entre 10 à 12m, assez éparse et formée essentiellement par : *Dalbergia greveana* (FABACEAE), *Dalbergia purpurascens* (FABACEAE), *Rhopalocarpus similis* (RHOPALOCARPACEAE), *Canarium* sp (BURSERACEAE), *Zanthoxylum tsihanimposa* (RUTACEAE), *Diospyros* sp. (EBENACEAE)

- une strate moyenne de 5 à 10m, composée par : *Grewia boinensis* (MALVACEAE), *Cinnamosma fragrans* (CANNELACEAE), *Carphalea kirondron* (RUBIACEAE), *Margaritaria rhomboidalis*, *Bridelia pervilleana* (EUPHORBIACEAE), *Tetrapterocarpon geayi* (FABACEAE), *Vepris* sp.(RUTACEAE) *Dalbergia tsiandalana* (FABACEAE), *Dalbergia purpurascens* (FABACEAE), *Rhopalocarpus similis* (RHOPALOCARPACEAE), *Diospyros myriophylla* (EBENACEAE)

- une strate inférieure de 0 à 2 m, assez dense constituée par des Poaceae, des plantules de *Peponidium* sp. (RUBIACEAE), *Carphalea kirondron* (RUBIACEAE), *Malleastrum gracile* (MELIACEAE), *Strychnos myrtoïdes* (LOGANIACEAE).

### III.2.1.9. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia purpurascens*

Les formations végétales où l'on a rencontré *Dalbergia purpurascens* sont très diversifiées selon les sites d'étude. Ces diversités sont dues au degré de dégradation, aux conditions édaphiques et au microclimat. Les habitats de *Dalbergia purpurascens* peuvent être une forêt dense sèche légèrement dégradée sur sol rouge ferrugineux, une forêt dense sèche dégradée sur sol rouge limono-sableux et aussi une forêt dense à sol et microclimat humide situé en bas fond dégradés avec des espèces de forêts humides comme *Ravenala madagascariensis* (STRELITZIACEAE), *Raphia ruffa* (ARECACEAE), *Pandanus* sp.

(PANDANACEAE), *Aframomum angustifolium* (ZINGIBERACEAE), *Vernonia* sp (ASTERACEAE), *Harungana madagascariensis* (HYPERICACEAE).

En général, la formation forestière dense sèche est constituée par trois strates :

- strate supérieure de 8-12 m à *Stereospermum euphorioides* (BIGNONIACEAE), *Strychnos madagascariensis* (LOGANIACEAE), *Dalbergia purpurascens* (FABACEAE), *Bivinia jalbertii* (SALICACEAE), *Gyrocarpus americanus* (HERNANDIACEAE), *Cedrelopsis grevei* (RUTACEAE), *Commiphora* sp (BURSERACEAE) ;

- strate moyenne de 4-8m constituée par *Erythroxyton retusum* (ERYTHROXYLACEAE), *Aloe* sp. (ASPHODELACEAE), *Cedrelopsis grevei* (RUTACEAE), *Bivinia jalbertii* (SALICACEAE), *Pachypodium* sp. (APOCYNACEAE), *Antidesma petiolare* (EUPHORBIACEAE), *Commiphora tetramera* (RUTACEAE), *Dalbergia greveana* (FABACEAE), *Grewia boinensis* (MALVACEAE), *Diospyros myriophylla* (EBENACEAE), *Euphorbia laro* (EUPHORBIACEAE)

- strate inférieure de 0 à 2m, dominée par la présence de : *Xylopiya bemarivensis*, (ANNONACEAE), *Tabernaemontana coffeoides* (APOCYNACEAE) et *Strychnos madagascariensis* (LOGANIACEAE), *Phyllarthron bernerianum* (BIGNONIACEAE), *Chadsia grevei* (FABACEAE) , *Grewia* sp.(MALVACEAE)

Quelques émergents composés de *Mammea punctata*, *Polycias* sp., *Tamarindus indica* (FABACEAE), *Stereospermum euphorioides* (BIGNONIACEAE), *Scolopia innapendiculata*, *Rinorea arborea* sont observés dans ces formations végétales.

### III.2.1.10. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia tsiandalana*

*Dalbergia tsiandalana* est présent dans une forêt dense sèche peu dégradée dominée par *Cedrelopsis grevei* (RUTACEAE), *Scolopia innapendiculata*, *Rinorea arborea*.

La formation végétale est pluristratifiée avec trois strates :

- strate supérieure entre 10 à 12m, formée essentiellement par : *Dalbergia greveana* (FABACEAE), *Dalbergia purpurascens* (FABACEAE), *Rhopalocarpus similis* (RHOPALOCARPACEAE), *Polycias* sp. (ARALIACEAE), *Scolopia innapendiculata* (SALICACEAE), *Rinorea arborea* (VIOLACEAE), *Diospyros* sp. (EBENACEAE), *Dalbergia peltieri* (FABACEAE), *Antidesma petiolare* (EUPHORBIACEAE), *Albizia* sp. (FABACEAE), *Stadmania oppositifolia* (SAPINDACEAE) ;

- strate moyenne de 5 à 10m composée par *Erythroxyton retusum* (ERYTHROXYLACEAE), *Aloe* sp. (ASPHODELACEAE), *Cedrelopsis grevei*



(RUTACEAE), *Bivinia jalbertii* (SALICACEAE), *Grewia boinensis* (MALVACEAE), *Cinnamosma fragrans* (CANNELLACEAE), *Carphalea kirontron* (RUBIACEAE), *Margaritaria rhomboidalis* (EUPHORBIACEAE), *Bridelia pervilleana* (EUPHORBIACEAE), *Tetrapterocarpon geayi* (FABACEAE), *Rhopalocarpus similis*, *Diospyros myriophylla* (EBENACEAE) ;

- une strate inférieure de 0 à 2 m, assez dense constituée par des Poaceae, des plantules de *Peperidium sp.*, *Carphalea kirontron* (RUBIACEAE), *Malleastrum gracile*, *Strychnos myrtoides* (LOGANIACEAE);

Des émergents constitués par : *Cordyla madagascariensis*, *Bivinia jalbertii* (SALICACEAE), *Canarium sp.* (BURSERACEAE), *Strychnos madagascariensis*, *Stereospermum euphorioides* (BIGNONIACEAE), *Tamarindus indica* (FABACEAE) surmontent la strate supérieure.

### III.2.1.11. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia trichocarpa*

*Dalbergia trichocarpa* est une espèce de forêt dense sèche caducifoliée. Elle est présente aussi bien en forêt primaire peu dégradée qu'en forêt dégradée très ouverte, à 70-80% de degré d'ouverture et même dans les savanes arborées. Les formations végétales primaires où *Dalbergia trichocarpa* se rencontre sont pluristratifiées, composées de 3 strates,

- la strate supérieure peut dépasser 15 m et est constituée par des grands arbres : *Strychnos madagascariensis* (LOGANIACEAE), *Tetrapterocarpon geayi* (FABACEAE), *Dalbergia peltieri* (FABACEAE), *Diospyros sp.* (EBENACEAE), *Dypsis sp* (ARECACEAE), *Dalbergia greveana* (FABACEAE) *Stereospermum euphorioides* (BIGNONIACEAE), *Tamarindus indica* (FABACEAE), *Strychnos madagascariensis* (LOGANIACEAE);

- la strate moyenne composée par : *Dombeya sp.*, *Pachypodium sp.* (APOCYNACEAE), *Rothmannia reniformis* (RUBIACEAE), *Pentachlaena latifolia* (SARCOLAENACEAE), *Terminalia sp.*, *Adenia olaboensis* (PASSIFLORACEAE);

- la strate inférieure constituée essentiellement par des plantules et des espèces herbacées de la famille des ACANTHACEAE, *Euphorbia millii* (EUPHORBIACEAE), *Dianella ensifolia* (LILIACEAE), *Phyllarthron bernierianum* (BIGNONIACEAE), *Mascarenhasia sp.* (APOCYNACEAE)

Les émergents sont dominés par *Tamarindus indica* (FABACEAE) et *Stereospermum euphorioides* (BIGNONIACEAE).

### III.2.1.12. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia peltieri*

*Dalbergia peltieri* est rencontré dans une forêt dense sèche caducifoliée relativement intacte caractérisée par la hauteur variable des espèces ligneuses, dans des forêts denses sèches de haut-versant sur sol rouge ferrugineux, et aussi dans des forêts denses sèches perturbées, entrecoupées de savanes servant de pâturage aux zébus marquées par le passage annuel de feu comme c'est le cas de la forêt d'Analabe. Trois strates de végétations ont été distinguées dans ces forêts. La hauteur de la canopée atteint 12-14 m avec des émergents à 18m.

- une strate supérieure de 10 à 15m, assez dense et qui est formée essentiellement *Dalbergia purpurascens*, *Dalbergia greveana*, *Acridocarpus* sp. , *Diospyros* sp., *Brachylaena perrieri*, *Obetia radula*, *Pentachlaena latifolia*, *Cinnamosma* sp. (CANNELLACEAE), *Cedrelopsis grevei* (RUTACEAE), *Diospyros tropophylla* (EBENACEAE), *Cedrelopsis microfoliolata* (RUTACEAE), *Stadmania oppositifolia* (SAPINDACEAE) ;

- une strate moyenne de 5 à 10m, formée par les espèces de : *Margaritaria rhomboidalis* (EUPHORBIACEAE), *Erythroxylum retusum* (ERYTHROXYLACEAE), *Commiphora grandifolia* (BURSERACEAE), *Grewia boinensis* (MALVACEAE), *Diospyros myriophylla* (EBENACEAE) et des espèces arbustives *Uncarina* sp. (PEDALIACEAE), *Croton* sp.(EUPHORBIACEAE), *Pandanus* sp (PANDANACEAE) ;

- strate inférieure peu développée occupée par *Euphorbia millii* (EUPHORBIACEAE), *Dianella ensifolia* (LILIACEAE), *Phyllarthron bernerianum* (BIGNONIACEAE).

### III.2.1.13. Caractéristiques de l'habitat de *Dalbergia greveana*

Les formations forestières où *Dalbergia greveana* a été inventorié, sont des formations ouvertes, à 60% de degré d'ouverture. Elles sont assez hautes, la canopée atteint 10 à 12 m et les émergents comme *Stereospermum euphorioides* (BIGNONIACEAE), *Hildegardia* sp.(MALVACEAE), *Strychnos madagascariensis* (LOGANIACEAE), *Tamarindus indica* (FABACEAE), *Bivinia jalbertii* (SALICACEAE) peuvent dépasser 15m. Elles sont composées de trois strates :

- les espèces végétales dominantes dans la strate supérieure sont : *Scolopia innapendiculata* (SALICACEAE), *Strychnos madagascariensis* (LOGANIACEAE), *Stereospermum euphorioides* (BIGNONIACEAE), *Mimusops capuronii* (SAPOTACEAE), *Diospyros myriophylla* (EBENACEAE), *Erythroxylum retusum* (ERYTHROXYLACEAE),

*Bridelia pervilleana* (EUPHORBIACEAE), *Dalbergia purpurascens* (FABACEAE), *Dalbergia trichocarpa* (FABACEAE), *Terminalia boivinii* (COMBRETACEAE) ;

- la strate moyenne est constituée par des arbustes et quelques arbres de hauteur comprise entre 6 à 8 m. Les espèces présentes sont : *Commiphora tetramera* (BURSERACEAE), *Erythroxylum platycerum* (ERYTHROXYLACEAE), *Bridelia pervilleana* (EUPHORBIACEAE), *Karomia marcocalyx* (LAMIACEAE), *Grewia boinensis* (MALVACEAE);

- la strate inférieure est formée par des espèces arbustives, par des individus de régénération des espèces de la strate supérieure et de la strate moyenne, des espèces herbacées comme les POACEAE et les ACANTHACEAE de hauteur comprise entre 0 à 4 m.

### III-2-2- Caractérisation des habitats des espèces de *Diospyros*

#### III.2.2.1. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros aculeata*

*Diospyros aculeata* a été rencontré dans une forêt dense sèche caducifoliée plus ou moins intacte, dans la forêt d'Itombono. Les espèces caractéristiques de la formation végétale où cette espèce a été localisée sont *Euphorbia laro* (EUPHORBIACEAE), *Commiphora mafaidoha* (BURSERACEAE), *Neobeguea mahafaliensis* (MELIACEAE). C'est une formation végétale stratifiée composée de 3 strates :

- la strate supérieure de 5-7m est formée par *Securinega perrieri* (EUPHORBIACEAE), *Cedrelopsis grevei* (RUTACEAE), *Commiphora mafaidoha* (BURSERACEAE);

- la strate moyenne avec *Euphorbia laro*(EUPHORBIACEAE), *Securinega perrieri* (EUPHORBIACEAE) ;

- la strate inférieure avec *Bridelia pervilleana* (EUPHORBIACEAE), *Cedrelopsis microfoliata*(RUTACEAE).

#### III.2.2.2. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros filipes*

*Diospyros filipes* se rencontre dans une forêt dense humide de moyenne altitude sur sol ferrallitique, entre 850 à 950 m d'altitude. La végétation est caractérisée par des formations pluristratifiée avec 3 strates :

- strate supérieure 10 à 16m composée de *Uapaca thouarsii*, *Uapaca densifolia*, *Ocotea cymosa*, *Symphonia fasciculata*, *Eugenia* sp., *Beilschmeidia oppositifolia*

- strate moyenne de 6-10m formée de *Prothorus ditimena*, *Eugenia* sp, *Domohinea perrieri*

- strate inférieure constituée par *Diospyros filipes*, *Brachylaena merana*, *Drypetes capuronii*

### III.2.2.3. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros lanceolata*

*Diospyros lanceolata* a été rencontré dans une forêt dense humide de moyenne altitude, à 900m d'altitude. La formation végétale est caractérisée par une canopée fermée, à faible degré d'ouverture. Elle est formée par trois strates :

- strate supérieure de 8-16m formée par *Beilschmeidia oppositifolia*, *Uapaca thouarsii*, *Uapaca densifolia*, *Ocotea cymosa* ;

- strate moyenne avec *Prothorus ditimena*, *Eugenia* sp, *Asteropeia micraster*, *Uapaca densifolia* ;

- et une strate inférieure avec *Diospyros lanceolata*, *Brachylaena merana*, *Drypetes capuronii*.

### III.2.2.4. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros* sp.

L'habitat des individus de *Diospyros* sp. Est caractérisé par une végétation formée par une forêt dense humide de moyenne altitude sur sol ferrallitique située sur une altitude variant entre 800 à 950 m. C'est une formation forestière fermée composée de 3 strates :

- strate supérieure de 10 à 16 m avec *Eugenia* sp., *Domohinea perrieri*, *Uapaca thouarsii* ;

- strate moyenne de 6 à 10 m avec *Dalbergia monticola*, *Prothorus ditimena*, *Ravensara acuminata*, *Uapaca densifolia* ;

- strate inférieure de 1 à 6 m avec *Brachylaena merana*, *Uapaca densifolia*, *Uapaca thouarsii*, *Symphonia fasciculata*, *Drypetes capuronii*.

### III.2.2.5. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros berneriana*

*Diospyros berneriana* est présent au niveau des forêts denses humides de basse altitude à voûte fermée, à degré d'ouverture de 10-20%. Les grands arbres : *Ocotea capuronii* (LAURACEAE), *Sideroxylon* sp (SAPOTACEAE), *Canarium madagascariensis* (BURSERACEAE), *Uapaca louvelii* (EUPHORBIACEAE), *Streblus dimepate* (MORACEAE) y sont dominants.

### III.2.2.6. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros megasepala*

*Diospyros megasepala* occupe les forêts denses humides situées en haut versant de Vatovavy. La formation végétale est à voûte fermée, avec un degré d'ouverture de 10% à 15% et à sous bois dense. Elle est dominée par *Ocotea capuronii* (LAURACEAE), *Cryptocarya crassifolia* (LAURACEAE), *Tambourissa thouvenotii* (MONIMIACEAE), *Streblus dimepate* (MORACEAE), *Dyopsis hildebrandtii* (ARECACEAE), *Ravenea albicans* (ARECACEAE).

### III.2.2.7. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros perrieri*

*Diospyros perrieri* a été inventorié en haut versant de la forêt humide de basse altitude de Vatovavy. La végétation est fermée à voûte jointive. Elle est constituée par trois strates :

- la strate inférieure est caractérisée par *Cryptocarya sp* (LAURACEAE), *Macphersonia gracilis* (SAPINDACEAE), *Cryptocarya crassifolia* (LAURACEAE) ;
- la strate moyenne est dominée par *Dracaena reflexa* (ASPARAGACEAE), *Cyathea decrescens* (CYATHEACEAE) et *Vitex sp* (VERBENACEAE) ;
- la strate supérieure est dominée par *Tambourissa thouvenotii* (MONIMIACEAE), *Cryptocarya crassifolia* (LAURACEAE), *Homalium sp* (SALICACEAE) et *Rhopalocarpus sp* (SPHAEROSEPALACEAE).

### III.2.2.8. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros nigricans*

*Diospyros nigricans* a été rencontré à différentes stations topographiques en haut versant et au niveau de la crête de la forêt humide de basse altitude de Vatovavy. Les formations végétales qui constituent son habitat sont des formations pluristratifiées assez ouvertes, à 40-50% de degré d'ouverture avec des grands arbres dépassant rarement 10 m.

- entre 0- 2 m, le sous bois est très dense avec des espèces herbacées : *Cyathea sp* (CYATHEACEAE), *Clidemia hirta* (MELASTOMATAACEAE), *Aframomum angustifolium* (ZINGIBERACEAE) ;
- entre 2-6 m de haut, les espèces suivantes sont recensées : *Macphersonia gracilis* (SAPINDACEAE), *Breonia sp* (RUBIACEAE), *Psychotria sp* (RUBIACEAE), *Cryptocarya spp* (LAURACEAE), *Annona sp* (ANNONACEAE), *Ravenea albicans* (ARECACEAE), *Dyopsis sp* (ARECACEAE) ;

- entre 6-10 m, se rencontrent les espèces suivantes : *Uapaca* sp (EUPHORBIACEAE), *Syzygium emirnensis* (MYRTACEAE), *Bridelia tulasneana* (EUPHORBIACEAE), *Ravenala sambiranensis* (ARECACEAE), *Elaeocarpus* sp (ELAEOCARPACEAE), *Albizzia gummifera* (FABACEAE).

#### III.2.2.9. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros subsessilifolia*

*Diospyros subsessilifolia* a été recensé en bas versant d'une formation forestière humide de basse altitude relativement primaire. La formation forestière est dominée par *Chrysophyllum boivinianum* (SAPOTACEAE), *Sideroxylon* sp (SAPOTACEAE), *Mammea bongo* (CLUSIACEAE), *Erythroxylum sphaerantum* (ERYTHROXYLACEAE), *Tambourissa thouvenotii* (MONIMIACEAE), *Ocotea* sp (LAURACEAE), *Anthostema madagascariensis*, *Mammea bongo* (CLUSIACEAE)

#### III.2.2.10. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros toxicaria*

*Diospyros toxicaria* a été localisé dans une formation forestière humide de basse altitude assez dégradée située en haut versant. La végétation présente un degré d'ouverture de 30% et est pluristratifiée :

- la strate inférieure est dominée par *Dracaena reflexa*, *Dypsis* sp (ARECACEAE), *Pandanus* sp (PANDANACEAE).

- la strate moyenne est composée par *Ravenala madagascariensis* (STRELITZIACEAE), *Psychotria* sp (RUBIACEAE) *Anthostema madagascariensis* (EUPHORBIACEAE), *Rhopalocarpus* sp (SPHAEROSEPALACEAE).

- la strate supérieure est occupée par les grands arbres : *Cryptocarya* sp (LAURACEAE) et *Canarium madagascariensis* (BURSERACEAE).

#### III.2.2.11. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros stenocarpa*

*Diospyros stenocarpa* a été observé dans les forêts humides moyennement dégradées de 15m de haut sur une pente de 15 à 30%. La formation végétale est dominée par *Uapaca louvelii* (EUPHORBIACEAE) et *Euphorbia hedioides* (EUPHORBIACEAE) au niveau de la strate supérieure, *Ravenala madagascariensis* (STRELITZIACEAE) et *Dracaena reflexa* (ASPARAGACEAE) au niveau de la strate moyenne. Le sous bois est dense et est largement occupée par *Hypoestes* sp (ACANTHACEAE).

### III.2.2.12. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros* sp1

*Diospyros* sp1 a été observé à partir du mi-versant jusqu'à la crête des formations forestières humides de basse altitude de Kianjavato dans le corridor Fandriana Vondrozo. Ces formations forestières sont généralement dominées par des grands arbres : *Ocotea capuronii* (LAURACEAE), *Sideroxylon* sp (SAPOTACEAE), *Canarium madagascariensis* (BURSERACEAE), *Streblus dimepate* (MORACEAE).

### III.2.2.13. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros* sp4

*Diospyros* sp4 a été localisé dans une formation végétale humide de basse altitude moyennement dégradée en mi-versant. La végétation est pluristratifiée et comporte trois strates :

- une strate herbacée de 0-2 m de hauteur caractérisée par des individus de régénération *Sideroxylon* sp (SAPOTACEAE), de *Psychotria* sp (RUBIACEAE) et de *Dyopsis* sp (ARECACEAE), des espèces herbacées *Medinilla pervifolia* (MELASTOMATACEAE), *Euphorbia hediotoides* (EUPHORBIACEAE), *Asparagus simulans* (ASPARAGACEAE) ;

- une strate moyenne arbustive de 2-6 m de hauteur composée de *Schefflera* sp (ARALIACEAE), *Ravenala madagascariensis* (STRELITZIACEAE), *Dyopsis* sp (ARECACEAE), *Sideroxylon* sp (SAPOTACEAE), *Chrysophyllum boivinianum* (SAPOTACEAE) ;

- une strate arborée de 6-15 m composée de *Canarium madagascariensis* (BURSERACEAE), *Polyscias boivini* (ARALIACEAE), *Dilobeia thouarsii* (PROTEACEAE), *Calophyllum milvum* (CLUSIACEAE).

### III.2.2.14. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros macrosepala*

*Diospyros macrosepala*, est rencontrée dans une forêt humide relativement intacte avec un degré d'ouverture d'environ 10%, du mi-versant vers le haut-versant. La canopée est fermée. La formation végétale est pluristratifiée :

- 0-2 m : constituée par des espèces herbacées, *Nastus capitatus* (BAMBUSEAE), *Impatiens* sp (BALSAMINACEAE) *Dianella ensifolia* (LILIACEAE), *Hypoestes* sp (ACANTHACEAE) ;

- 2- 6 m : strate arbustive : *Carissa sessiflora* (APOCYNACEAE), *Tabernaemontana* sp (APOCYNACEAE), *Dracaena reflexa* (ASPARAGACEAE), *Cyathea decrescens*



(CYATHEACEAE), *Secamone sp* (ASCLEPIADACEAE), *Pandanus sp* (PANDANACEAE), *Anisophyllea fallax* (ANISOPHYLLEACEAE), *Dypsis pinnatifrons* (ARECACEAE) ;

- 6-8 m : strate moyenne : *Tambourissa thouvenotii* (MONIMIACEAE), *Psorospermum sp* (CLUSIACEAE), *Ilex mitis* (AQUIFOLIACEAE), *Calophyllum parviflorum* (CLUSIACEAE), *Xylopia buxifolia* (ANNONACEAE), *Croton sp* (EUPHORBIACEAE) ;

- 8-16 m : strate supérieure constituée par des grands arbres : *Canarium madagascariense* (BURSERACEAE), *Ocotea nervosa* (LAURACEAE), *Sloanea rhodantha* (ELAEOCARPACEAE), *Sideroxylon sp* (SAPOTACEAE), *Syzygium emirnense* (MYRTACEAE), *Eugenia sp* (MYRTACEAE), *Ocotea capuronii* (LAURACEAE), *Sideroxylon sp* (SAPOTACEAE), *Canarium madagascariensis* (BURSERACEAE), *Streblus dimepate* (MORACEAE).

### III.2.2.15. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros gracilipes*

*Diospyros gracilipes* se développe dans une forêt dense humide de moyenne altitude sur sol ferrallitique et aussi dans une forêt humide de basse altitude. Elle a été rencontrée à différents niveaux topographiques allant du mi-versant jusqu'à la crête. La formation forestière est assez ouverte, à 30% de degré d'ouverture dont la stratification est la suivante :

- entre 0- 2 m, le sous bois est dense et riche en espèces herbacées et en individus de régénération de *Phyllanthus sp* (PHYLLANTHACEAE), *Cryptocarya sp* (LAURACEAE), *Dilobeia thouarsii* (PROTEACEAE), *Drypetes capuronii* (EUPHORBIACEAE), *Psychotria sp.* ;

- entre 2-8 m de haut, beaucoup d'espèces d'arbres sont recensées : *Dillenia triquetra* (DILLENACEAE), *Tina fulvinervis* (SAPINDACEAE) *Ambavia gerrardii* (ANNONACEAE), *Annona sp* (ANNONACEAE), *Ravenea albicans* (ARECACEAE), *Protorhus ditimena* (ANACARDIACEAE), *Eugenia sp* (MYRTACEAE), *Asteropeia micraster* (ASTEROPEIACEAE) *Vepris nitida*, *Tambourissa trichophylla* ;

- entre 8-16 m, se trouvent *Uapaca sp* (EUPHORBIACEAE), *Uapaca thouarsii* (EUPHORBIACEAE), *Uapaca densifolia* (EUPHORBIACEAE), *Sideroxylon sp* (SAPOTACEAE), *Schefflera sp* (ARALIACEAE), *Argomuellera* (EUPHORBIACEAE), *Canarium madagascariensis* (BURSERACEAE), *Anthostema madagascariensis* (EUPHORBIACEAE), *Polyalthia emarginata* (ANNONACEAE), *Ocotea cymosa* (LAURACEAE).



### III.2.2.16. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros platyrachis*

*Diospyros platyrachis* a été rencontrée dans des forêts denses humides de basse et de moyenne altitude, pluristratifiées et à degré d'ouverture faible à moyen de 20% à 40%. Il occupe différentes conditions stationnelles allant du mi-versant jusqu'à la crête. La physiologie des formations végétales qui constituent son habitat est la suivante :

- entre 0- 2 m, le sous bois est peu dense, composé par les espèces suivantes : *Streblus dimipate* (RUBIACEAE), *Canthium* sp (RUBIACEAE), *Mussaenda* sp (RUBIACEAE), *Clidemia hirta* (MELASTOMACEAE) ;

- entre 2- 8 m de haut, beaucoup d'espèces d'arbres sont recensées dans la strate moyenne : *Xylopiya buxifolia* (ANNONACEAE), *Ravenea albicans* (ARECACEAE), *Chrysophyllum boivinianum* (SAPOTACEAE), *Dombeya* sp (MALVACEAE), *Ambavia gerrardii* (ANNONACEAE), *Annona* sp (ANNONACEAE), *Asteropeia micraster* (ASTEROPEIACEAE) ;

- entre 8-14 m, se trouvent les espèces de grands arbres comme *Sideroxylon* sp (SAPOTACEAE), *Chrysophyllum boivinianum* (SAPOTACEAE), *Canarium madagascariense* (BURSERACEAE), *Ravenala madagascariensis* (STRELITZIACEAE), *Anisophyllea fallax* (ANISOPHYLLEACEAE), *Tina striata* (SAPINDACEAE) *Ocotea cymosa* (LAURACEAE), *Beilschmeidia oppositifolia* (LAURACEAE).

### III.2.2.17. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros tropophylla*

*Diospyros tropophylla* partage les mêmes habitats que *Diospyros myriophylla* avec comme espèces dominantes : *Cedrelopsis grevei* (RUTACEAE), *Scolopia innapendiculata*, *Rinorea arborea*.

Cette espèce est généralement associée à *Stereospermum euphorioides*, *Commiphora* sp., *Strychnos madagascariensis*, *Dyopsis* sp., *Albizia* sp., *Tamarindus indica*, *Pentachlaena latifolia*.

### III.2.2.18. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros pervilleana*

*Diospyros pervilleana* a été localisé dans une formation forestière sèche relativement intacte. La végétation est pluristratifiée et comporte trois strates :

- une strate herbacée de 0-2 m de hauteur caractérisée par des individus de régénération de différentes espèces, des Acanthaceae, *Euphorbia millii* (EUPHORBIACEAE), *Dianella ensifolia*, *Phyllarthron bernerianum* (BIGNONIACEAE) ;

- une strate moyenne arbustive de 2-6 m de hauteur composée de *Uncarina* sp. (PEDALIACEAE), *Croton* sp., *Pandanus* sp., *Phyllarthron bernerianum* (BIGNONIACEAE) ;

- une strate supérieure arborée de 6-15 m composée de *Obetia radula*, *Pentachlaena latifolia*, *Cinnamosma fragrans* (CANNELLACEAE), *Cedrelopsis grevei* (RUTACEAE), *Cedrelopsis microfoliolata* (RUTACEAE), surmontée par quelques émergents : *Stereospermum euphorioides* (BIGNONIACEAE), *Tamarindus indica* (FABACEAE)

### III.2.2.19. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros haplostylis*

*Diospyros haplostylis* a été rencontré aussi bien dans une forêt dense sèche que dans une forêt humide. Les formations forestières à *Diospyros haplostylis* sont peu dégradées à voûte fermée, à faible degré d'ouverture.

Dans la forêt dense sèche, la stratification est la suivante :

- entre 0- 4 m, le sous bois est riche en espèces herbacées et en plantules des espèces de la strate supérieure et de la famille des Acanthaceae ;

- entre 2-8 m de haut, beaucoup d'espèces d'arbres sont recensées : *Dalbergia purpurascens*, *Dalbergia greveana*, *Phyllarthron bernerianum*, *Erythroxyton retusum*, *Cedrelopsis grevei*, *Bivinia jalbertii*, *Antidesma petiolare* ;

- entre 8-12 m, se trouvent *Rhopalocarpus similisi*, *Polycias* sp., *Scolopia innapendiculata*, *Rinorea arborea*, *Antidesma petiolare*, *Pentachlaena latifolia*, *Albizia* sp. (FABACEAE), *Dalbergia purpurascens* (FABACEAE), *Stadmannia oppositifolia*.

Dans la forêt dense humide, les formations forestières à *Diospyros haplostylis* sont aussi pluristratifiées et dominées par *Canarium madagascariensis* (BURSERACEAE), *Polycias boivini* (ARALIACEAE), *Dilobeia thouarsii* (PROTEACEAE), *Calophyllum milvum* (CLUSIACEAE), *Sideroxyton* sp (SAPOTACEAE), de *Psychotria* sp ( RUBIACEAE) et de *Dypsis* sp (ARECACEAE), *Chrysophyllum boivinianum* (SAPOTACEAE)

### III.2.2.20. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros myriophylla*

*Diospyros myriophylla* a été rencontré dans des forêts denses sèches caducifoliées assez ouvertes pluristrates :

- une strate supérieure avec *Dalbergia purpurascens*, *Brachylaena perrieri*, *Dalbergia greveana*, *Rhopalocarpus similisi*, *Zanthoxylum tshaniamposa*, *Vepris* sp., *Cedrelopsis grevei* (RUTACEAE), *Cedrelopsis microfoliolata* (RUTACEAE), *Scolopia innapendiculata*, *Albizzia* sp (FABACEAE) surmontée par des émergents : *Stereospermum euphorioides*, *Hildegardia* sp, *Tamarindus indica*, *Bivinia jalbertii* ;

- une strate moyenne formée par *Margaritaria rhomboidalis*, *Bridelia pervilleana*, *Tetrapterocarpon geayi*, *Vepris* sp., *Dombeya* sp., *Pentachlaena latifolia*, *Antidesma petiolare* ;

- une strate inférieure de 0-4m constituée de *Peporidium* sp, *Carphalea kirondron*, *Malleastrum gracile*.

### III.2.2.21. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros boivinii*

La végétation est caractérisée par une forêt dense humide sempervirente dégradée sur sol latéritique. Elle est composée d'une formation forestière plus ou moins ouverte dominée par *Uapaca littoralis*, *Ocotea laevis*, *Anthostema madagascariensis* où deux strates peuvent être distinguées :

- une strate supérieure de 7m avec *Uapaca littoralis*, *Ocotea laevi* ;

- une strate inférieure de 1-1m 50 formée par *Suregada adenophora*, *Psychotria* sp.

### III.2.2.22. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros ferrea*

La forêt où *Diospyros ferrea* a été localisé est une forêt dense humide sempervirente basse plus ou moins intacte caractérisée par *Tambourissa religiosa*, *Noronhia emarginata*, *Dracaena reflexa*. Elle est formée par trois strates :

- une strate supérieure de 5-7m formée par *Anthocleista longifolia*, *Tambourissa religiosa*, *Homalium microphyllum* ;

- une strate moyenne avec *Carissa edulis*, *Noronhia emarginata*, *Macaranga obovata* ;

- une strate inférieure avec *Erythroxylum pervilleana*, *Dracaena reflexa*, *Psychotria* sp.

### III.2.2.23. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros gracilipes* var *velupites*

*Diospyros gracilipes* var. *velupites* est situé dans une forêt dense humide sempervirente dégradée très ouverte, sur sol ferrallitique de Manombo dominée par *Xylopia buxifolia*, *Pandanus* sp., *Psychotria* sp.

La végétation est formée par trois strates :

- une strate supérieure de 6 à 8 m avec *Xylopia buxifolia*, *Mascarenhasia arborescens* ;
- une strate moyenne de 3 à 5 m avec *Pandanus* sp., *Saldinia* sp. ;
- une strate inférieure de 1 à 2 m avec *Dombeya spectabilis*, *Psychotria* sp.

### III.2.2.24. Caractéristiques de l'habitat de *Diospyros squamosa*

*Diospyros squamosa* a été inventorié dans la forêt littorale dégradée de Mahabo Mananivo caractérisée par *Crateva obovata*, *Uapaca littoralis* (EUPHORBIACEAE), *Vernonia exserta* (ASTERACEAE).

La formation forestière est ouverte et composée de trois strates :

- une strate supérieure de 7 à 8 m dominée par *Crateva obovata*, *Uapaca littoralis* (EUPHORBIACEAE) ;
- une strate moyenne de 3-5 m constituée par *Scolopia orientalis*, *Melaleuca quinquinerva*, *Vernonia exserta* ;
- une strate inférieure de 1 à 2 m composée de *Casine pauciflora*, *Eliea articulata* et *Ambavia gerrardii*.

## III.3. Caractérisation biométrique et démographique des espèces cibles

La caractérisation se fait à trois niveaux : au niveau des parcelles, au niveau des sites d'étude, au niveau des formations végétales et au niveau des zones éco-floristiques.

### III.3.1. Caractéristiques des espèces de bois précieux au niveau des parcelles, des sites d'étude et des formations végétales

#### III.3.1.1. Caractéristiques de *Dalbergia monticola*

*Dalbergia monticola* a été inventorié dans trois sites d'étude : Zahamena, Ranomafana et Kianjavato dans le corridor Fandriana Vondrozo.

Densité, surface terrière et biovolume

La densité des populations de cette espèce varie d'un site à un autre : elle est faible à Zahamena, seulement de 10 individus/ha et très élevée à Kianjavato avec 130 individus/ha. Il en est de même pour le biovolume et la surface terrière. Avec un (1) seul individu mature de taille moyenne, la surface terrière de la population de *Dalbergia monticola* dans la forêt de Zahamena est de 0,06 m<sup>2</sup>/ha pour un biovolume de 1,74 m<sup>3</sup>/ha. A Kianjavato, la population comprenant 20 individus /ha de semenciers, a une surface terrière de 0,65 m<sup>2</sup>/ha et un biovolume de 3,75 m<sup>3</sup>/ha. A Ranomafana, dans les parcelles de relevés, 12 individus ont un DHp supérieur ou égal à 10 cm, correspondant à une densité de 17,14 pieds/ha. Ces individus occupent une surface terrière de 1,59 m<sup>2</sup>/ha pour un biovolume de 13,93 m<sup>3</sup>/ha. Les faibles valeurs de surface terrière et de biovolume enregistrées dans la forêt de Kianjavato sont dues à l'absence d'arbres de gros diamètre.

Régénération naturelle et structure démographique

La régénération de l'espèce est assurée dans la partie centrale du Sud Est de Madagascar. Le taux de régénération calculé pour les populations de *Dalbergia monticola* est de 430,8% pour la forêt du Parc de Ranomafana pour une densité de la régénération de 81,4 pieds/ha. A Kianjavato, les individus de régénération sont nombreux, avec une densité de 110 pieds/ha. Le taux de régénération est ainsi élevé, 550%. Par contre, il est de 0% dans la forêt de Zahamena à cause de l'absence des individus de régénération.

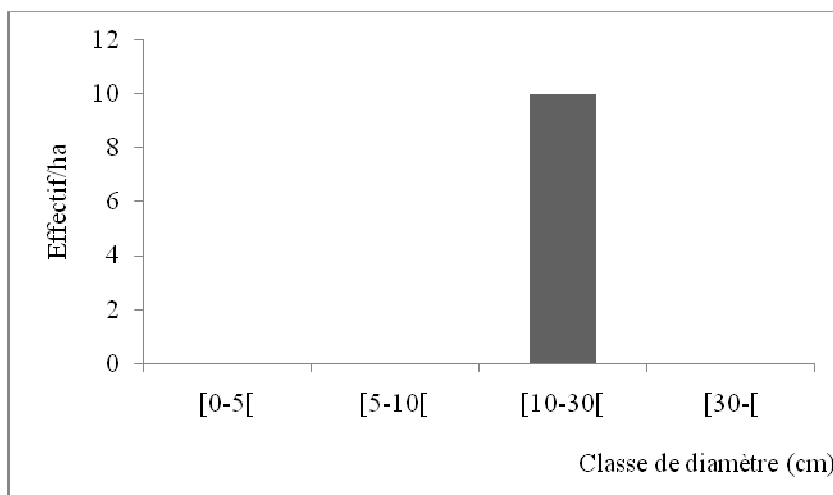
L'allure de la courbe de la structure démographique montre une structure de population déséquilibrée à Zahamena (Figure 1) et Kianjavato (Figure 3). L'absence d'individus dans certaines classes de diamètre, par exemple entre 5 et 10 cm de diamètre et aussi la classe supérieure à 30 cm, explique la perturbation de la structure des populations de *Dalbergia monticola*.

L'allure de la courbe de la structure démographique indique un bon état de santé général de la population de l'espèce dans le PN Ranomafana (Figure 2). Toutes les classes de diamètre sont représentées. L'abondance des individus de régénération traduit une possibilité de survie de l'espèce.

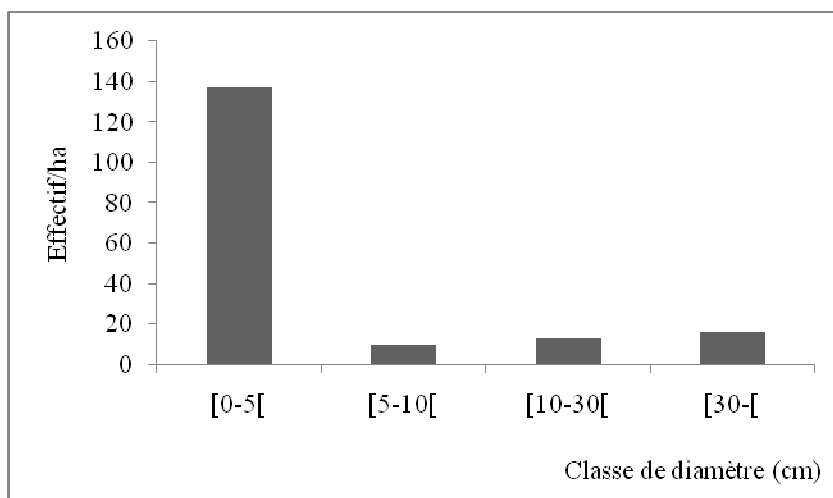
Le tableau 19 suivant résume les caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia monticola*.

**Tableau 19: Caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia monticola***

| Sites              | Densité (ind/ha) | Dendrométrie                          |                                | Régénération naturelle |                          | Etat de santé de la population |
|--------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                    |                  | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Densité (ind/ha)       | Taux de régénération (%) |                                |
| Zahamena           | 10               | 0,06                                  | 1,74                           | 0                      | 0                        | perturbé                       |
| Ranomafana         | 97,14            | 1,59                                  | 13,93                          | 81,4                   | 430,8                    | bon                            |
| Kianjavato (COFAV) | 130              | 0,65                                  | 3,75                           | 110                    | 550                      | perturbé                       |



**Figure 1: Structure démographique de *Dalbergia monticola* dans la forêt de Zahamena**



**Figure 2: Structure démographique de *Dalbergia monticola* à Ranomafana**



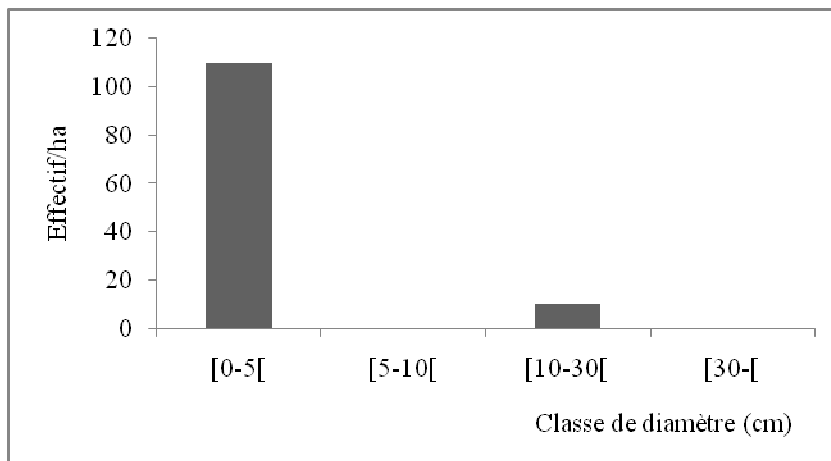


Figure 3: Structure démographique de *Dalbergia monticola* à Kianjavato

### III.3.1.2. Caractéristiques de *Dalbergia baronii*

*Dalbergia baronii* a été seulement inventorié dans le corridor Fandriana Vondrozo, dans la forêt de Tsitola de la commune de Kianjavato.

#### Densité, surface terrière et biovolume

Deux individus de régénération et un individu semencier à DHp supérieur ou égal à 10 cm ont été recensés dans le site d'étude. La densité des individus de *Dalbergia baronii* estimée est de 30 individus/ha. La surface terrière des semenciers est de 0,78 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un biovolume de 6,61 m<sup>3</sup>/ha.

#### Régénération naturelle et structure démographique

Avec un taux de régénération de 200%, *Dalbergia baronii* présente un potentiel de régénération moyen. La figure 4 représente la structure démographique de *Dalbergia baronii*.

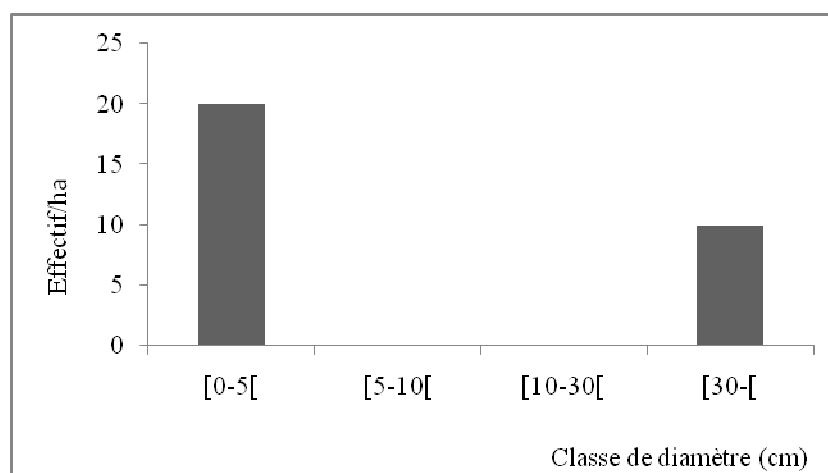


Figure 4: Structure démographique de *Dalbergia baronii*

### III.3.1.3. Caractéristiques de *Dalbergia chapelieri*

*Dalbergia chapelieri* a été répertorié dans le corridor Fandriana Vondrozo, dans la forêt de Sangasanga à Kianjavato.

#### Densité, surface terrière et biovolume

Pour une densité moyenne de 11,67 tiges /ha, les arbres de cette espèce de  $DHp \geq 10$  cm présentent une surface terrière de 0,48 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un volume de 2,87m<sup>3</sup>/ha.

#### Régénération naturelle et structure démographique

Les individus de régénération de *Dalbergia chapelieri* présente une densité de 26,67 tiges/ha. Le taux de régénération calculé est de 228,57%. Cette valeur indique que *Dalbergia chapelieri* présente une régénération moyenne.

La distribution des individus par classe de diamètre est illustrée par la figure 4. Toutes les classes de diamètre sont représentées. Les arbres de diamètre exploitables ( $DHp \geq 30$  cm) sont de faible densité, seulement 1,6 individus/ha, à cause des prélèvements sélectifs.

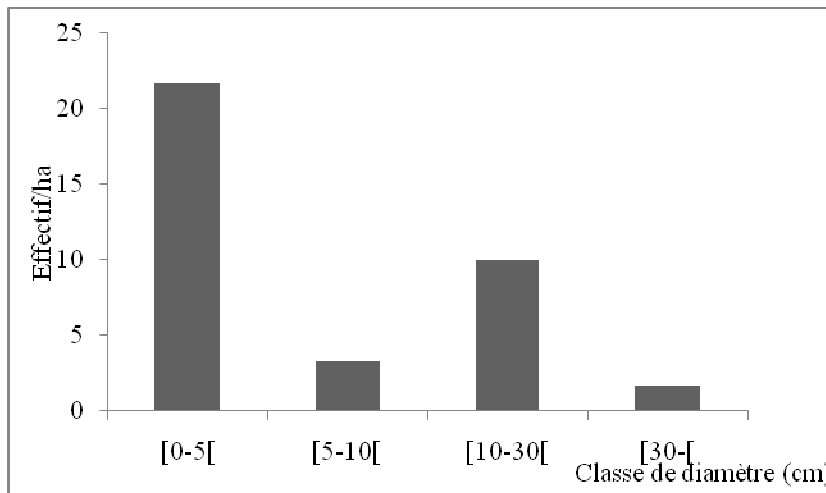


Figure 5: Structure démographique de *Dalbergia chapelieri*

### III.3.1.4. Caractéristiques de *Dalbergia madagascariensis*

*Dalbergia madagascariensis* a été inventorié dans les forêts denses humides de basse altitude : Kianjavato dans le corridor Fandriana Vondrozo, Mahabo Mananivo et Manombo.

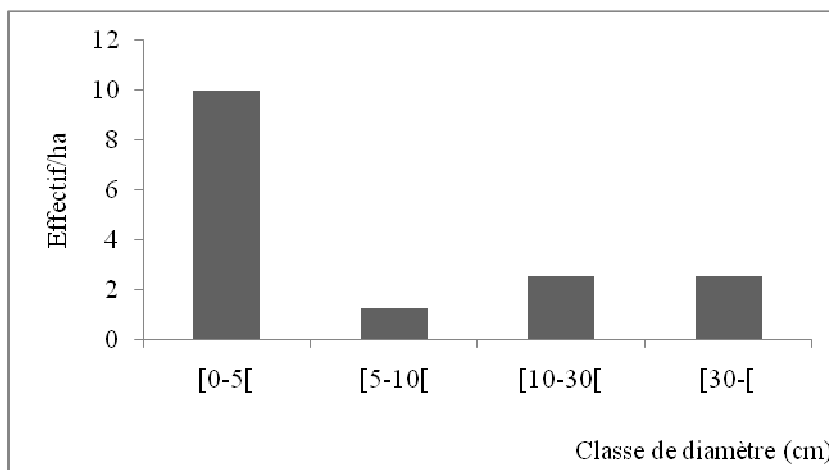
Densité, surface terrière et biovolume

Les individus semenciers de *Dalbergia madagascariensis* recensés dans la forêt de Kianjavato présentent une densité de 10 pieds/ha. Leur surface terrière est de 0,60 m<sup>2</sup>/ha et leur biovolume est de 4,62 m<sup>3</sup>/ha. Les individus semenciers sont absents dans la forêt de Manombo. Dans la forêt de Mahabo Mananivo, les semenciers ont une faible densité, 1,33 pieds/ha. La surface terrière de la population est de 0,015 m<sup>2</sup>/ha pour un biovolume de 0,08 m<sup>3</sup>/ha (Tableau 19).

Régénération naturelle et structure démographique

La densité des individus de régénération de *Dalbergia madagascariensis* varie d'une forêt à une autre. Elle est faible, seulement de 11,25 pieds/ha, correspondant à un taux de régénération de 112% dans la forêt de Kianjavato. Dans la forêt de Manombo, la densité des individus de régénération atteint 190 individus /ha. Dans la forêt de Mahabo, les individus de régénération ont une densité de 4,6 pieds/ha. Le taux de régénération est bon, 350,8%.

Pour la structure démographique, l'allure en « J » inversé de la courbe de la structure démographique traduit un bon état de santé des populations de *Dalbergia madagascariensis* dans la forêt de Kianjavato (Figure 6). Dans les forêts de Manombo (Figure 7) et de Mahabo Mananivo (Figure 8), l'allure des courbes de la structure démographique est irrégulière traduisant une perturbation des populations.



**Figure 6: Structure démographique de *Dalbergia madagascariensis* dans la forêt de Kianjavato**

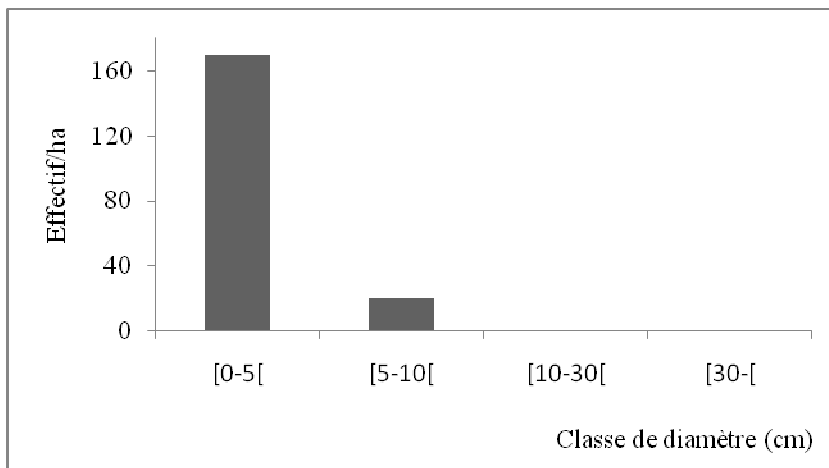


Figure 7: Structure démographique de *Dalbergia madagascariensis* dans la forêt de Manombo

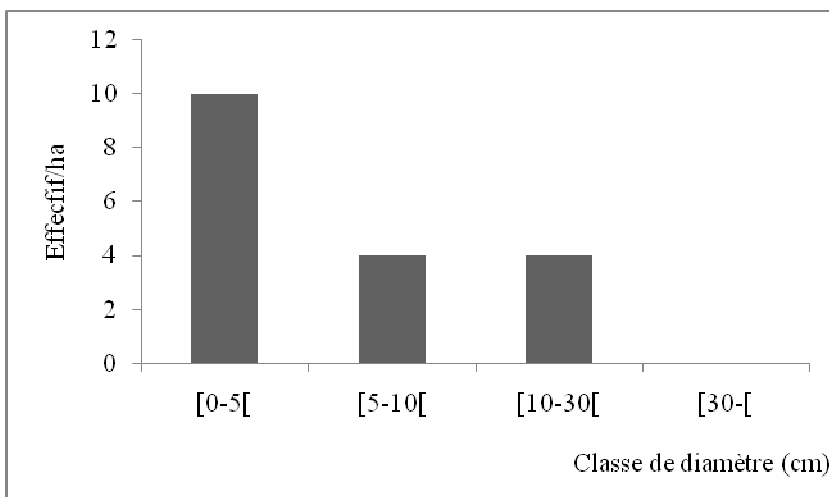


Figure 8: Structure démographique de *Dalbergia madagascariensis* dans la forêt de Mahabo

Le tableau 20 suivant résume les caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia madagascariensis*

Tableau 20: Caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia madagascariensis*

| Sites              | Densité (ind/ha) | Dendrométrie                          |                                | Régénération naturelle |                          | Etat de santé de la population |
|--------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                    |                  | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Densité (ind/ha)       | Taux de régénération (%) |                                |
| Kianjavato (COFAV) | 21,15            | 0,60                                  | 4,62                           | 11,25                  | 112                      | perturbé                       |
| Manombo            | 190              | 0                                     | 0                              | 190                    | 0                        | perturbé                       |
| Mahabo             | 130              | 0,65                                  | 3,75                           | 110                    | 350                      | perturbé                       |

### III.3.1.5. Caractéristiques de *Dalbergia normandii*

Cette espèce a été recensée à Kianjavato.

#### Densité, surface terrière et biovolume

La densité des populations de *Dalbergia normandii* est de 65 individus/ha. Les semenciers constituent 60 individus/ ha soit 92,3% des populations de cette espèce. Leur surface terrière est de 5,11m<sup>2</sup>/ha et le biovolume est de l'ordre de 43,36 m<sup>3</sup>/ha, valeurs indiquant que cette espèce présente une potentialité en bois relativement élevée par rapport aux autres espèces de bois précieux recensées dans la région.

#### Régénération naturelle et structure démographique

Le potentiel de régénération est très faible, avec un taux calculé de 8,33%. La survie de cette espèce n'est pas assurée.

Pour la structure démographique, toutes les classes de diamètre sont présentes mais l'allure de la courbe obtenue indique un déséquilibre de la population à cause de la faible densité des individus de régénération (Figure 9).

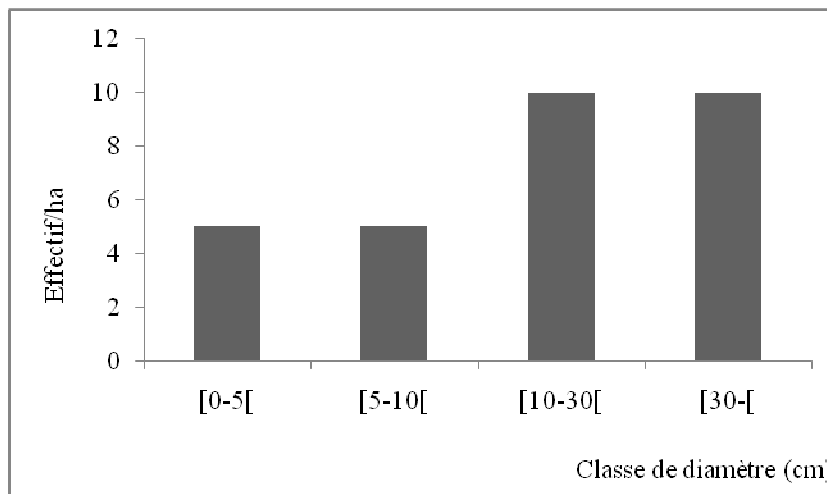


Figure 9: Structure démographique de *Dalbergia normandii*

### III.3.1.6. Caractéristiques de *Dalbergia orientalis*

*Dalbergia orientalis* a été inventorié dans la forêt de Kianjavato.

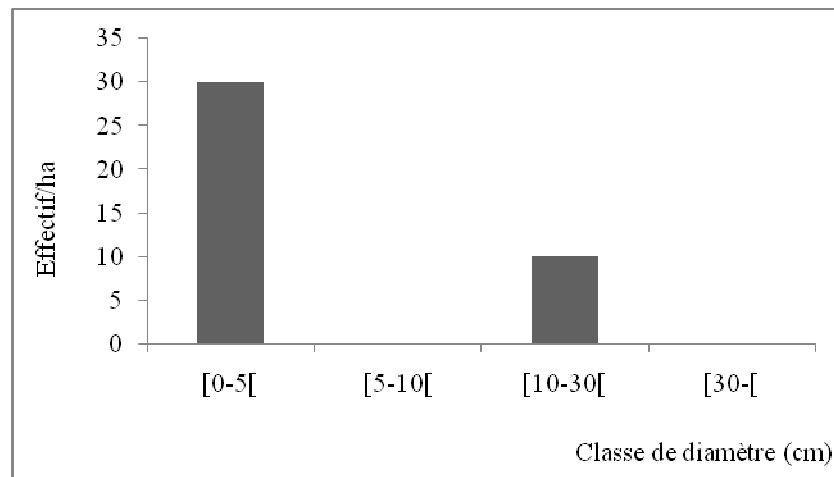
#### Densité, surface terrière et biovolume

*Dalbergia orientalis* présente une densité de 40 individus/ha dont seulement 10 individus/ha sont des semenciers. Par conséquent, avec cette faible densité de semenciers, la surface terrière est seulement de 0,44 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un biovolume de 2,84 m<sup>3</sup>/ha.

Régénération naturelle et structure démographique

La densité des individus de régénération est de 30 individus/ha. Le taux calculé est de 300%. Le potentiel de régénération est élevé.

La répartition des individus entre les classes de diamètre montre l'absence de grands arbres à diamètre supérieur à 30 cm et des arbres de la classe de diamètre intermédiaire entre 5 cm et 10 cm. L'état de santé de la population de *Dalbergia orientalis* n'est pas bon (Figure 10).



**Figure 10: Structure démographique de *Dalbergia orientalis***

**III.3.1.7. Caractéristiques de *Dalbergia maritima***

Cette espèce a été répertoriée dans la forêt de Vatovavy, commune de Kianjavato.

Densité, surface terrière et biovolume

La densité des populations de *Dalbergia maritima* est de 80 individus/ha. Cependant, les semenciers sont très peu nombreux. Ils ne sont que de 10 individus/ha. Leur surface terrière est de 0,79 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un biovolume de 5,9 m<sup>3</sup>/ha.

Régénération naturelle et structure démographique

Les individus de régénération de *Dalbergia maritima* sont très abondants. Le potentiel de régénération est élevé avec un taux de 700%.

La structure démographique de la population montre un déséquilibre traduisant un mauvais état de santé de la population (Figure 11).



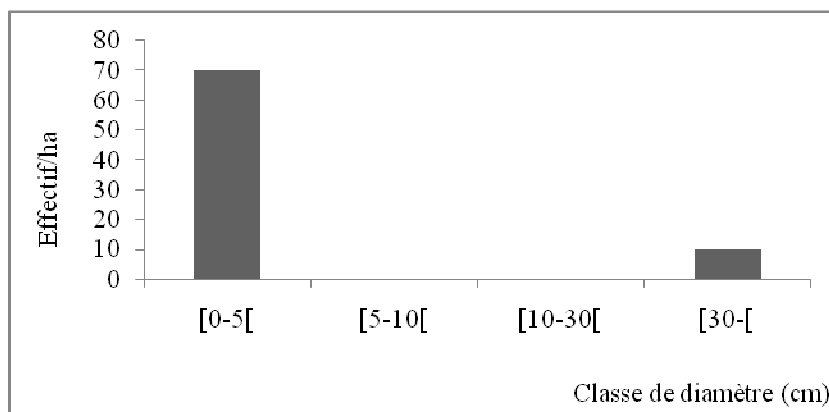


Figure 11: Structure démographique de *Dalbergia maritima*

### III.3.1.8. Caractéristiques de *Dalbergia mollis*

Cette espèce a été recensée à Analabe (nord Bongolava) et à Mahamavo.

#### Densité, surface terrière et biovolume

*Dalbergia mollis* est très peu représenté dans les parcelles d'étude. Seuls 3 individus adultes ont été recensés dans une parcelle d'Analabe correspondant à une densité de 30 individus/ha. La surface terrière totale est de 1,02 m<sup>2</sup>/ha et le volume est de 3,76 m<sup>3</sup>/ha. Quant à Mahamavo, la surface terrière est de 0,65 m<sup>2</sup>/ha et le biovolume est de 5,09 m<sup>3</sup>/ha (Tableau 21).

#### Régénération naturelle et structure démographique

Aucun individu de régénération n'a été observé pour cette espèce. Le taux de régénération est donc nul.

La répartition des individus par classe de diamètre montre le déséquilibre et la perturbation de la population de *Dalbergia mollis*. Plusieurs classes de diamètre ne sont pas représentées. (Figure 12).

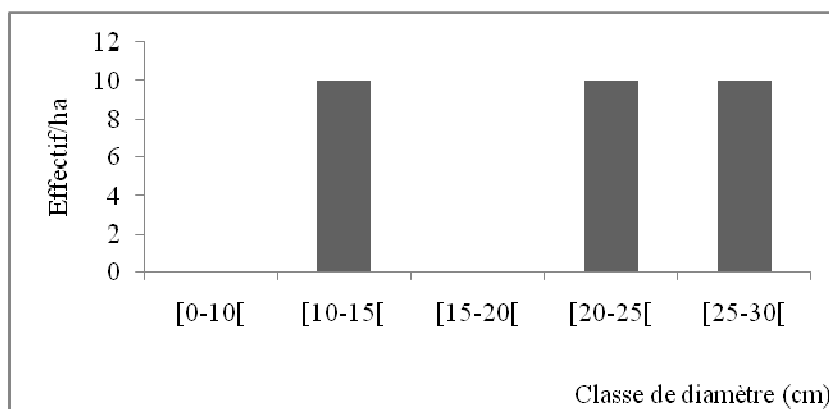


Figure 12: Structure démographique de *Dalbergia mollis*

**Tableau 21: Caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia mollis***

| Sites                    | Densité (ind/ha) | Dendrométrie                          |                                | Régénération naturelle |                          | Etat de santé de la population |
|--------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                          |                  | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Densité (ind/ha)       | Taux de régénération (%) |                                |
| Analabe (Nord Bongolava) | 30               | 1,02                                  | 3,76                           | 0                      | 0                        | perturbé                       |
| Mahamavo                 | -                | 0,65                                  | 5,09                           | -                      | -                        | -                              |

### III.3.1.9. Caractéristiques de *Dalbergia purpurascens*

*Dalbergia purpurascens* a été recensé dans trois sites d'étude des forêts denses sèches de l'Ouest : forêt d'Analabe, forêt d'Ankarafantsika et forêt de Betioky Sud

#### Densité, surface terrière et biovolume

Les individus de DHP  $\geq 10$  cm de *Dalbergia purpurascens* ont une densité de 25 à 40 pieds /ha les trois sites d'étude. La surface terrière est de 0,25 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un volume de 0,93m<sup>3</sup>/ha dans la forêt d'Analabe. Elle est plus élevée dans la forêt d'Ankarafantsika, 0,71 m<sup>3</sup>/ha pour un biovolume est de 4,06 m<sup>3</sup>/ha. Elle est très faible dans la forêt de Betioky Sud, seulement de 0,03 m<sup>2</sup>/ha pour un biovolume de 0,41m<sup>3</sup>/ha.

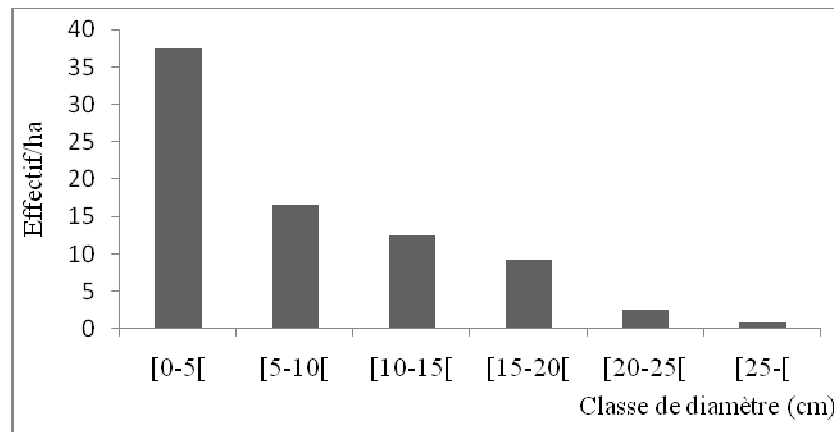
#### Régénération naturelle et structure démographique

Le potentiel de régénération de *Dalbergia purpurascens* varie d'un site à un autre. Les individus de régénération de *Dalbergia purpurascens* sont nombreux dans la forêt d'Analabe et (Figure 13) de Betioky Sud. Ils sont rares dans le Parc d'Ankarafantsika.

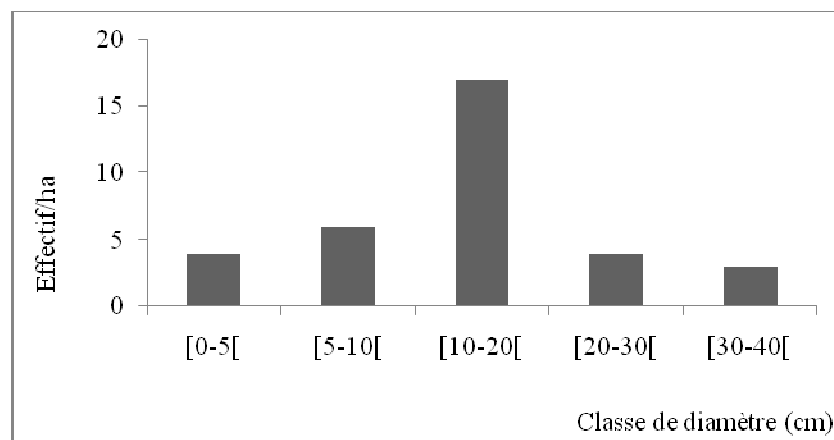
La densité des individus de régénération est de 54,1pieds/ha dans la forêt d'Analabe pour un taux de régénération de 216,6 %. Dans la forêt de Betioky Sud, les individus de régénération ont une densité de 90 pieds/ha et le taux de régénération est de 150%. Dans le Parc d'Ankarafantsika, le taux de régénération est très faible, 41%. La régénération de *Dalbergia purpurascens* y est donc mauvaise.

Pour la structure démographique de cette espèce, les histogrammes de distribution des effectifs par classe de diamètre sont différents d'un site à un autre. Pour la population de *Dalbergia purpurascens* de la forêt d'Analabe, toutes les classes de diamètre sont représentées. La courbe a une allure en J inversé traduisant l'équilibre de la population. L'allure de la courbe de la structure démographique est en cloche, avec un pic au niveau de la

classe de 10-20 cm de diamètre pour la population de cette espèce dans la forêt d'Ankarafantsika (Figure 14). Elle indique une perturbation de la population. Pour la forêt de Betioky Sud, l'allure du diagramme est en dents de scie et montre que les individus régénérés sont plus nombreux par rapport aux semenciers (Figure 15). Cela traduit une structure de population qui est relativement en équilibre.



**Figure 13: Structure démographique de *Dalbergia purpurascens* dans la forêt d'Analabe**



**Figure 14: Structure démographique de *Dalbergia purpurascens* dans la forêt d'Ankarafantsika**

L'allure du diagramme montre que les individus régénérés sont plus nombreux par rapport aux semenciers. Cela traduit une structure de population qui est relativement en équilibre.

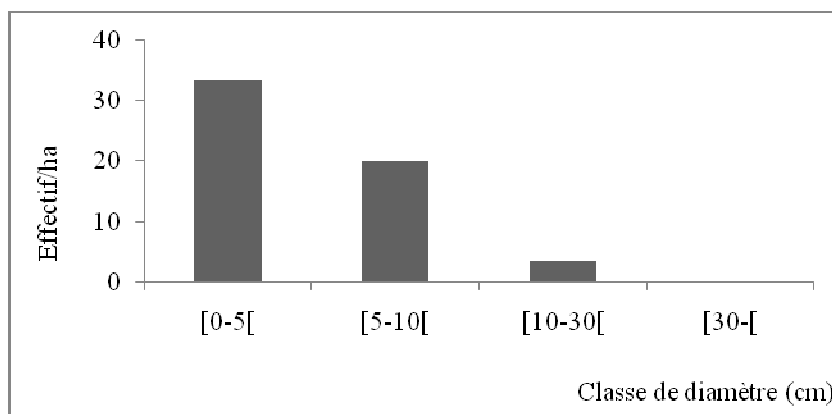


Figure 15: Structure démographique de *Dalbergia purpurascens* dans la forêt de Betioky Sud

Les caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia purpurascens* sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 22: Caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia purpurascens*

| Sites                    | Densité (ind/ha) | Dendrométrie                          |                                | Régénération naturelle |                          | Etat de santé de la population |
|--------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                          |                  | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Densité (ind/ha)       | Taux de régénération (%) |                                |
| Ankarafantsika           | 24               | 0,71                                  | 4,06                           | 10                     | 41                       | perturbé                       |
| Analabe (Nord Bongolava) | 25               | 0,25                                  | 0,93                           | 54,1                   | 216,6                    | Bon                            |
| Betioky Sud              | 40               | 0,03                                  | 0,41                           | 90                     | 150                      | Bon                            |

### III.3.1.10. Caractéristiques de *Dalbergia tsiandalana*

*Dalbergia tsiandalana* a été observé dans la forêt d’Analabe et dans la forêt d’Ankarafantsika.

#### Densité, surface terrière et biovolume

Les individus semenciers sont rares, de très faible densité dans les deux sites. Leur densité est de 10 pieds/ha dans la forêt d’Analabe. Leur surface terrière est également faible, seulement de 0,17 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un volume de 0,56 m<sup>3</sup>/ha.

Dans la forêt d’Ankarafantsika, Les individus de régénération ont une densité de 20 individus /ha. La surface terrière est de 0,34 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un biovolume de 1,44 m<sup>3</sup>/ha.

Régénération naturelle et structure démographique

Aucun individu de régénération n’a été recensé dans les deux sites d’étude. Le potentiel de régénération est donc nul. La population de *Dalbergia tsiandalana* est en déséquilibre et en mauvais état de santé. Seuls des individus de diamètre compris entre 10-20 cm ont été recensés.

Les caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia tsiandalana* sont résumées dans le tableau 23

**Tableau 23: Caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia tsiandalana***

| Sites                    | Densité (ind/ha) | Dendrométrie                          |                                | Régénération naturelle |                          | Etat de santé de la population |
|--------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                          |                  | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Densité (ind/ha)       | Taux de régénération (%) |                                |
| Ankarafantsika           | 20               | 0,34                                  | 1,44                           | 0                      | 0                        | perturbé                       |
| Analabe (Nord Bongolava) | 10               | 0,17                                  | 0,56                           | 0                      | 0                        | perturbé                       |

**III.3.1.11. Caractéristiques de *Dalbergia trichocarpa***

Densité, surface terrière et biovolume

La densité des individus semenciers inventoriés dans les parcelles d’étude du Parc National d’Ankarafantsika est de 15,38 pieds/ha. Leur surface terrière est de 0,32 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un biovolume de 1,55 m<sup>3</sup>/ha.

Dans la forêt d’Analabe, pour une densité moyenne de 22,72 tiges /ha, les arbres de cette espèce de DHP ≥10 cm présentent une surface terrière de 0,66 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un volume de 2,46 m<sup>3</sup>/ha.

Régénération naturelle et structure démographique

Les individus de régénération de *Dalbergia trichocarpa* ont une faible densité dans les deux sites. La densité de la régénération est de 10 pieds/ha à Ankarafantsika et de 15,45 pieds/ha à Analabe. Le taux de régénération calculé est également faible, inférieur à 100%. *Dalbergia trichocarpa* a un faible potentiel de régénération et a donc des difficultés pour se régénérer.

La courbe de la distribution des individus par classe de diamètre montre aussi la perturbation des populations de *Dalbergia trichocarpa*. Les individus de diamètre inférieur à 5 cm sont absents dans la forêt d'Ankarafantsika (Figure 17). Toutes les classes de diamètre sont représentées au niveau de la courbe de distribution des individus de la population de *Dalbergia trichocarpa* de la forêt d'Analabe (Figure 16). La courbe a une allure en cloche tronquée à cause des faibles densités des individus à partir de 20 cm.

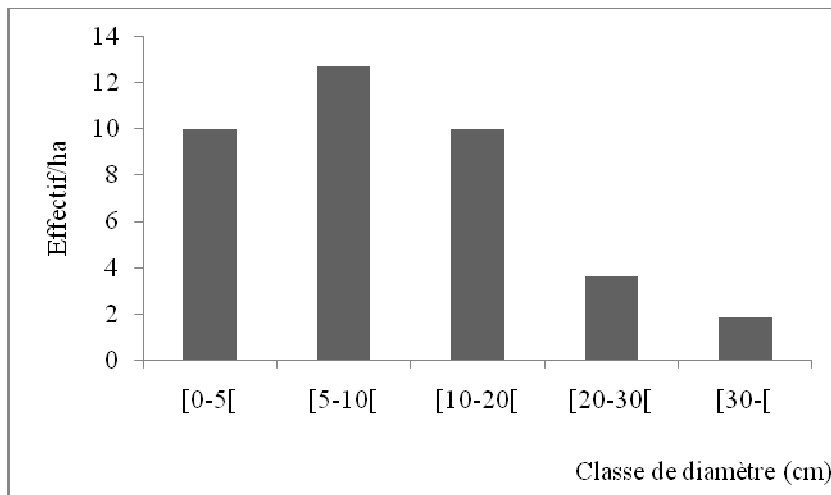


Figure 16: Structure démographique de *Dalbergia trichocarpa* dans la forêt d'Analabe

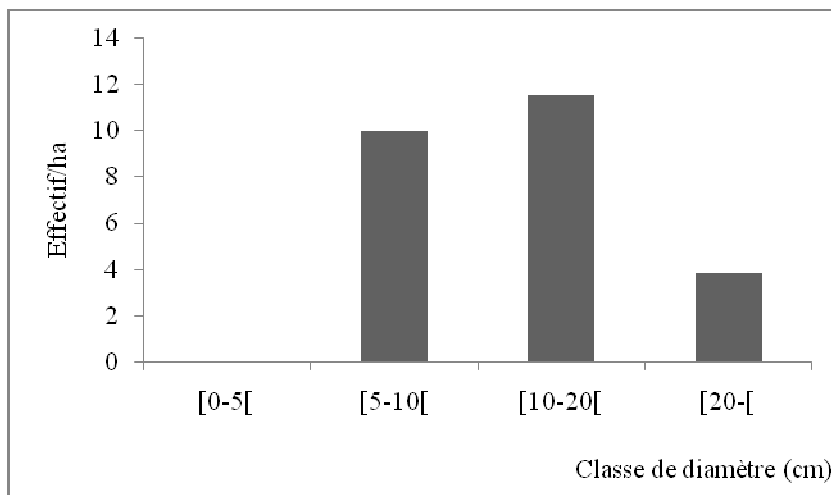


Figure 17: Structure démographique de *Dalbergia trichocarpa* dans la forêt d'Ankarafantsika



Les caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia trichocarpa* sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau 24: Caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia trichocarpa***

| Sites                    | Densité (ind/ha) | Dendrométrie                          |                                | Régénération naturelle |                          | Etat de santé de la population |
|--------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                          |                  | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Densité (ind/ha)       | Taux de régénération (%) |                                |
| Ankarafantsika           | 25,38            | 0,32                                  | 1,55                           | 10                     | 65                       | perturbé                       |
| Analabe (Nord Bongolava) | 22,72            | 0,66                                  | 2,46                           | 15,45                  | 68                       | perturbé                       |

### III.3.1.12. Caractéristiques de *Dalbergia peltieri*

Cette espèce a été inventoriée dans le site d'Analabe et dans le Parc National d'Ankarafantsika.

#### Densité, surface terrière et biovolume

*Dalbergia peltieri* est rare dans la forêt d'Analabe. Un seul individu adulte a été inventorié dans toutes les parcelles de relevés. Sa surface terrière est de 0,06 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un biovolume de 0,21 m<sup>3</sup>/ha. Dans le parc d'Ankarafantsika, les individus de *Dalbergia peltieri* sont plus nombreux. Leur densité représente 46 pieds/ha dont 34 pieds/ha sont des individus semenciers. La surface terrière calculée pour ces individus semenciers est de 2,35m<sup>2</sup>/ha correspondant à un biovolume de 18,34 m<sup>3</sup>/ha.

#### Régénération naturelle et structure démographique

La densité des individus de régénération de *Dalbergia peltieri* dans la forêt d'Analabe est de 15 pieds/ha correspondant à un taux de régénération est de 300%. La régénération est donc bonne. Par contre, dans la forêt d'Ankarafantsika, la régénération naturelle de *Dalbergia peltieri* est très faible avec seulement un taux de 35,3%.

Les individus de gros diamètre supérieurs à 40 cm sont encore présents dans le Parc National d'Ankarafantsika. La population est en déséquilibre à cause de l'absence et des faibles densités d'individus dans certaines classes de diamètre (Figure 18). L'allure de la courbe de distribution de la population par classe de diamètre est en dents de scie. La courbe de la structure démographique montre une allure en J inversé mais les classes de diamètre ne dépassent pas 15 cm (Figure 19).

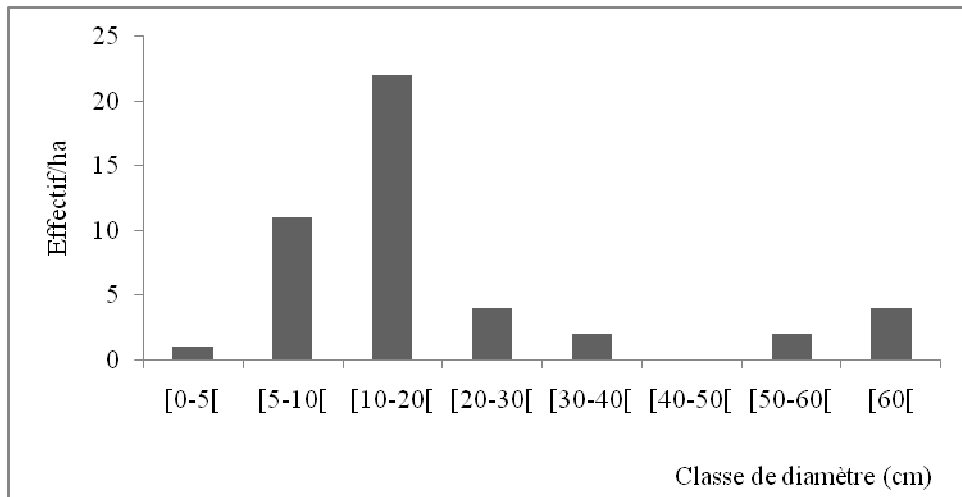


Figure 18: Structure démographique de *Dalbergia peltieri* dans la forêt d'Ankarafantsika

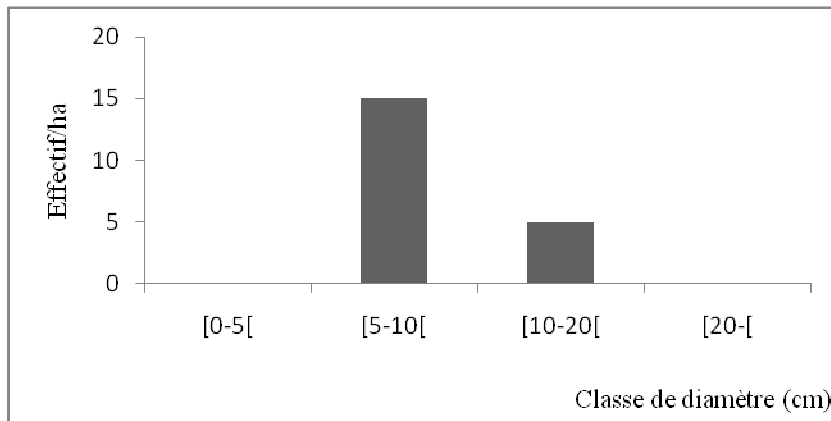


Figure 19: Structure démographique de *Dalbergia peltieri* dans la forêt d'Analabe

Les caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia peltieri* sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 25: Caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia peltieri*

| Sites                    | Densité (ind/ha) | Dendrométrie                          |                                | Régénération naturelle |                          | Etat de santé de la population |
|--------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                          |                  | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Densité (ind/ha)       | Taux de régénération (%) |                                |
| Ankarafantsika           | 46               | 2,35                                  | 18,34                          | 12                     | 35,29                    | perturbé                       |
| Analabe (Nord Bongolava) | 20               | 0,06                                  | 0,21                           | 15                     | 300                      | perturbé                       |

### III.3.1.13. Caractéristiques de *Dalbergia greveana*

Cette espèce est présente dans les forêts sèches du Nord Ouest : Analabe Bongolava, Ankarafantsika et Mahamavo et dans les forêts denses sèches du Sud Ouest à Betioky Sud.

#### Densité, surface terrière et biovolume

17 pieds de *Dalbergia greveana* ont un DHP supérieur ou égal à 10 cm dans l'ensemble des parcelles de relevé de la forêt d'Analabe, correspondant à une densité de 9,44 pieds/ha. Ils ont une surface terrière totale de 0,30 m<sup>2</sup>/ha et un volume de 1,60 m<sup>3</sup>/ha.

Dans le Parc d'Ankarafantsika et dans la forêt de Betioky Sud, les individus semenciers de *Dalbergia greveana* sont peu nombreux. Leur densité est de 20 pieds/ha. Il en résulte que la surface terrière calculée pour *Dalbergia greveana* d'Ankarafantsika est de 0,42 m<sup>2</sup>/ha et le biovolume a une valeur égale à 1,94 m<sup>3</sup>/ha. La surface terrière et le biovolume sont cependant faibles dans la forêt de Betioky Sud, ils sont respectivement de 0,10m<sup>2</sup>/ha et de 0,15m<sup>3</sup>/ha.

#### Régénération naturelle et structure démographique

Les individus de régénération représentent 76% des pieds de *Dalbergia greveana* inventoriés dans les parcelles de relevés de la forêt d'Analabe. Ils ont une densité de 31,76 pieds/ha. Le taux de régénération calculé est de 336,3%. Pour la forêt d'Ankarafantsika, le taux de régénération calculé pour cette espèce est de 135,7% traduisant une régénération moyenne. Il est de 100% dans la forêt de Betioky Sud.

La répartition des individus par classe de diamètre montre que pratiquement toutes les classes de diamètre sont représentées dans la forêt d'Analabe (Figure 20). L'abondance des individus de régénération traduit une possibilité de survie de l'espèce même dans des formations forestières dégradées. L'analyse de la structure démographique de *Dalbergia greveana* montre une courbe en dents de scie indiquant une population perturbée. Les individus dans les classes de diamètre inférieures à 5 cm et supérieures à 10 cm sont absents dans la forêt de Betioky Sud, ce qui équivaut également à un état de santé perturbé.

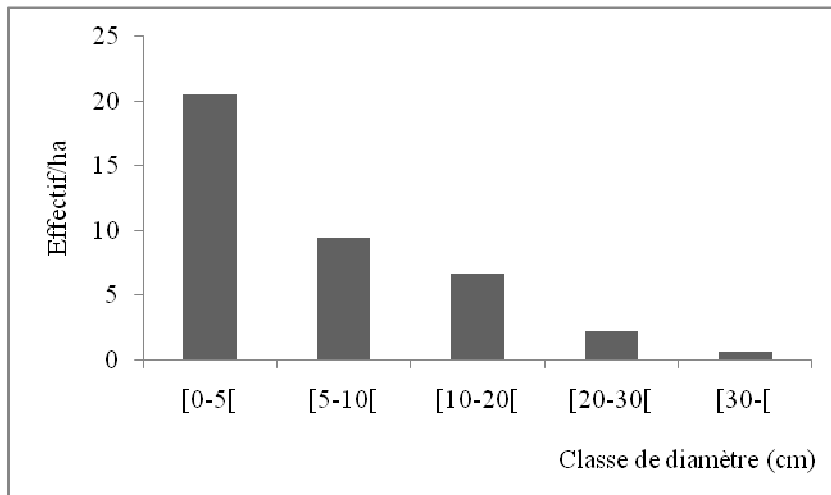


Figure 20: Structure démographique de *Dalbergia greveana* dans la forêt d'Analabe

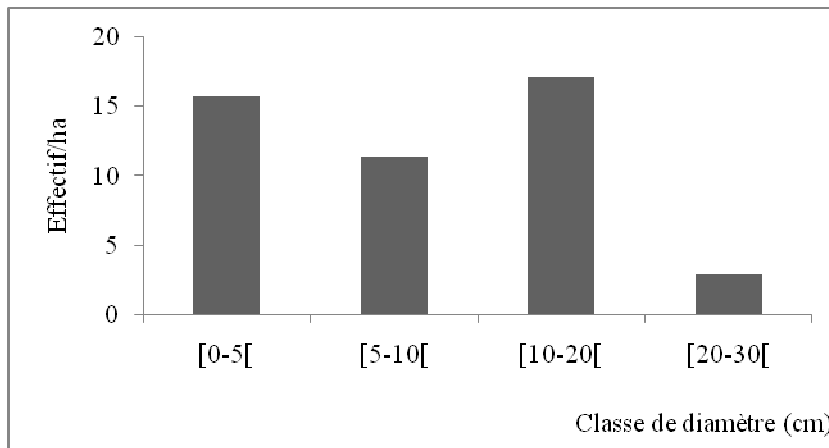


Figure 21: Structure démographique de *Dalbergia greveana* dans la forêt d'Ankarafantsika

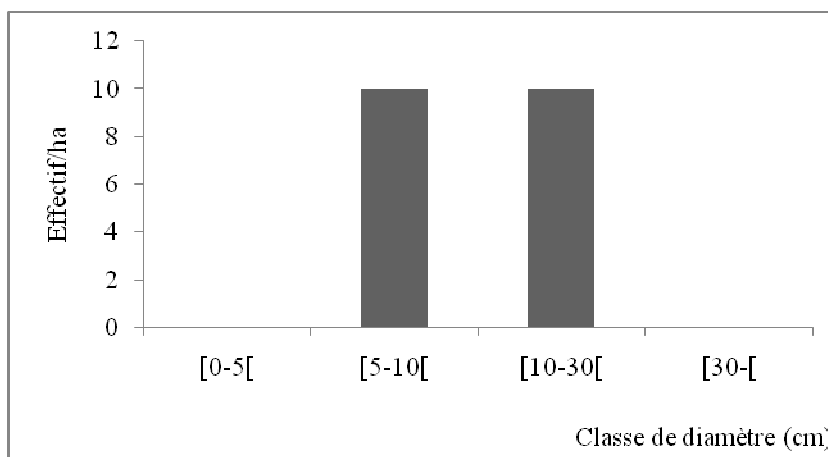


Figure 22: Structure démographique de *Dalbergia greveana* dans la forêt de Betioky Sud

Les caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia greveana* sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau 26: Caractéristiques bioécologiques de *Dalbergia peltieri***

| Sites                    | Densité (ind/ha) | Dendrométrie                          |                                | Régénération naturelle |                          | Etat de santé de la population |
|--------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                          |                  | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Densité (ind/ha)       | Taux de régénération (%) |                                |
| Ankarafantsika           | 47,14            | 0,42                                  | 1,94                           | 27,14                  | 135,71                   | perturbé                       |
| Analabe (Nord Bongolava) | 39,44            | 0,30                                  | 1,60                           | 31,76                  | 336,3                    | bon                            |
| Betioky Sud              | 20               | 0,10                                  | 0,15                           | 20                     | 100                      | perturbé                       |
| Mahamavo                 | -                | 0,13                                  | 0,98                           | -                      | -                        |                                |

### III.3.1.14. Caractéristiques de *Diospyros aculeata*

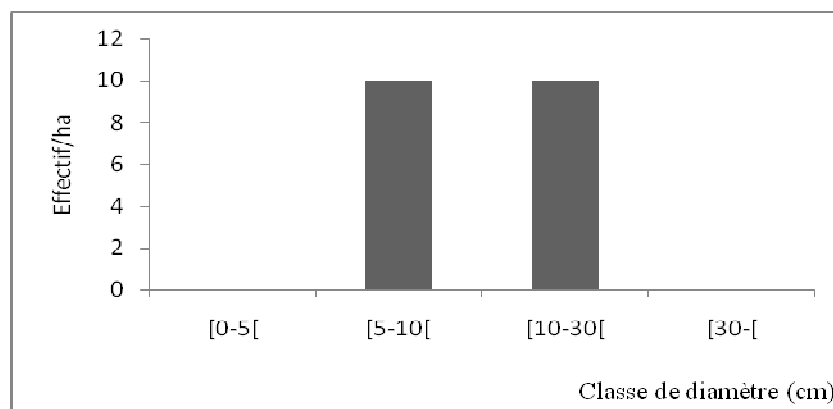
*Diospyros aculeata* a été inventorié dans la forêt de Betioky Sud.

#### Densité, surface terrière et biovolume

Seul un individu semencier de *Diospyros aculeata* a été recensé dans la parcelle d'étude de 0,1 ha correspondant ainsi à une densité de l'ordre de 10 individus à l'hectare. Avec 30,89cm de diamètre, le pied de *Diospyros aculeata* présent dans la parcelle d'étude présente une surface terrière de 0,4m<sup>2</sup> /ha et un biovolume de 0,09m<sup>3</sup>/ha.

#### Régénération naturelle et structure démographique

La survie de l'espèce n'est pas assurée car le taux de régénération de l'espèce est relativement nul. La structure démographique, illustrée sur la figure, montre une perturbation de la santé de la population à cause de l'absence de l'individu de régénération.



**Figure 23: Structure démographique de *Diospyros aculeata***

### III.3.1.15. Caractéristiques de *Diospyros filipes*

#### Densité, surface terrière et biovolume

*Diospyros filipes* est rare dans la zone d'étude. Aucun individu semencier n'a été inventorié.

#### Régénération naturelle et structure démographique

La densité des individus de régénération est élevée, 260 pieds/ha. Le taux de régénération est de 0 %. La figure représente la répartition des troncs d'arbre de cette espèce suivant les classes de diamètre. L'histogramme montre l'absence d'individus dans les classes de diamètre supérieur à 5 cm, ce qui équivaut à un état de santé perturbé (Figure 24).

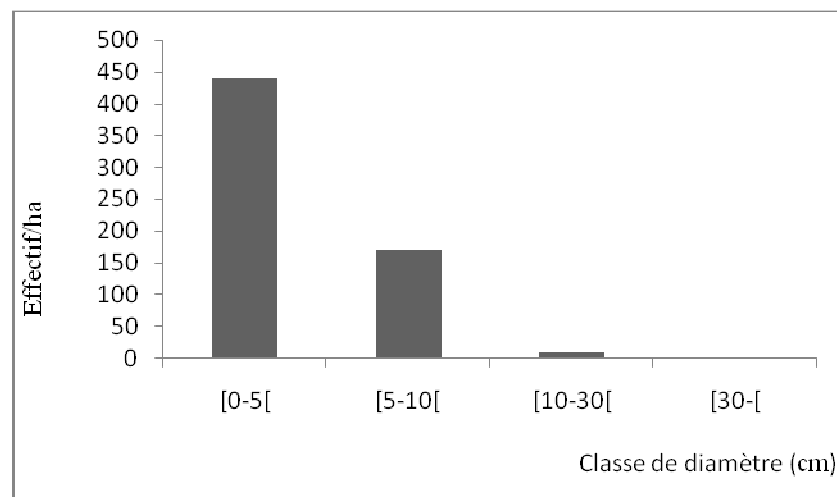


Figure 24: Structure démographique de *Diospyros filipes*

### III.3.1.16. Caractéristiques de *Diospyros lanceolata*

Seuls deux (2) individus de régénération de *Diospyros lanceolata* ont été recensés dans la parcelle d'étude de 0,1 ha correspondant ainsi à une densité de l'ordre de 20 individus à l'hectare. La survie de l'espèce n'est pas assurée. La structure démographique montre une perturbation de la santé de la population car aucun individu semencier n'a pu être observé.

### III.3.1.17. Caractéristiques de *Diospyros* sp.

La population de *Diospyros* sp dans la forêt de Zahamena est représentée seulement par des individus de régénération, d'une densité de 30 individus à l'hectare. La structure de population est relativement déséquilibrée car les individus semenciers sont absents.



**III.3.1.18. Caractéristiques de *Diospyros berneriana***

Densité, surface terrière et biovolume

La densité des populations de *Diospyros berneriana* recensées est de 40 individus/ha dont seulement 10 individus/ha de semenciers. Le potentiel en bois est donc faible avec une surface terrière de 0,52m<sup>2</sup>/ha et un biovolume de 2,76 m<sup>3</sup>/ha.

Régénération naturelle et structure démographique

La régénération est bonne avec un taux calculé de 300%. La survie de *Diospyros berneriana* peut être assurée. L'absence d'individus de diamètre supérieur à 30 cm pourrait être due à des exploitations sélectives des bois précieux au niveau des sites d'étude. La courbe de la structure démographique présente une allure en J inversé indiquant un bon état de santé de la population.

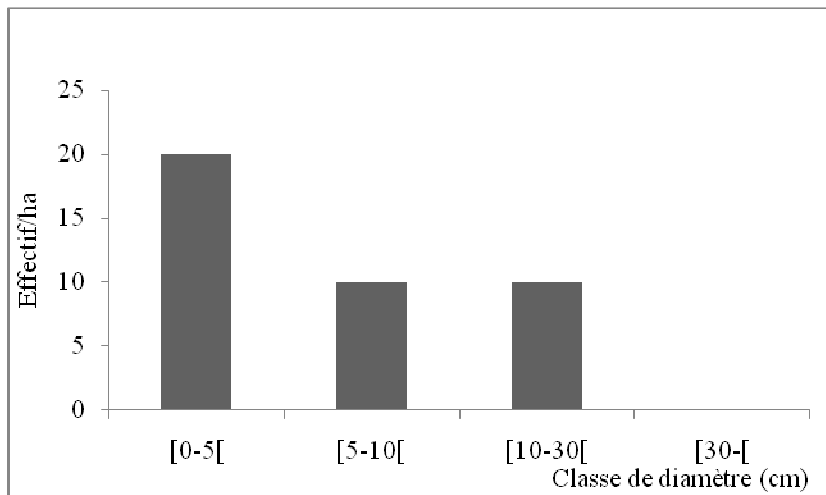


Figure 25: Structure démographique de *Diospyros berneriana*

**III.3.1.19. Caractéristiques de *Diospyros megasepala***

Densité, surface terrière et biovolume

Les individus de *Diospyros megasepala* présentent une densité de 20 individus par hectare. Les semenciers ne sont que de 5 individus par hectare, d'où la faible surface terrière de 0,19 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un biovolume de 1,2 m<sup>3</sup>/ha.

Régénération naturelle et structure démographique

L'histogramme de distribution des individus de *Diospyros megasepala* présente une allure en cloche. Aucun individu de diamètre supérieur ou égal à 30 cm n'a été recensé. Ceci est probablement dû aux exploitations sélectives.

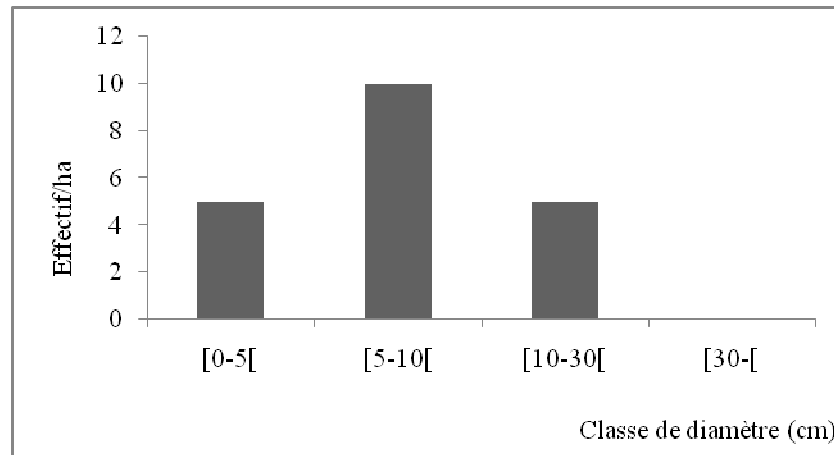


Figure 26: Structure démographique de *Diospyros megasepala*

### III.3.1.20. Caractéristiques de *Diospyros perrieri*

Seul un (1) individu de régénération de *Diospyros perrieri* a été inventorié dans les sites d'étude, correspondant à une densité de 10 pieds/ha.

### III.3.1.21. Caractéristiques de *Diospyros nigricans*

*Diospyros nigricans* n'a été représenté que par des individus de régénération de diamètre inférieur à 10 cm. Leur densité, de 206,7 individus/ha, est la plus élevée de toutes les espèces de bois précieux inventoriés dans les forêts de Kianjavato.

### III.3.1.22. Caractéristiques de *Diospyros subsessilifolia*

*Diospyros subsessilifolia* présente une faible densité de l'ordre de 10 individus/ha. Seuls des individus de régénération de moins de 5 cm de diamètre ont été inventoriés. La structure de la population est très perturbée.

### III.3.1.23. Caractéristiques de *Diospyros toxicaria*

#### Densité, surface terrière et biovolume

La densité de *Diospyros toxicaria* est de 30 individus à l'hectare. Les semenciers ont une densité de 10 individus/ha, ce qui correspond à une surface terrière de 0,17 m<sup>2</sup>/ha et un biovolume de 0,93 m<sup>3</sup>/ha.

Régénération naturelle et structure démographique

La figure représente la répartition des individus de cette espèce suivant les classes de diamètre. Elle révèle une stabilité de la population, avec les mêmes densités pour toutes les classes de diamètre. Les individus de plus de 30 cm de diamètre sont absents.

Le taux de régénération est moyen, 200%.

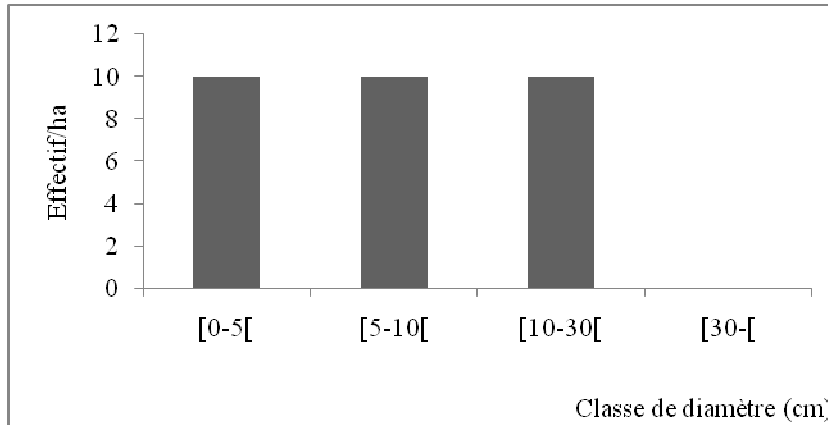


Figure 27: Structure démographique de *Diospyros toxicaria*

**III.3.1.24. Caractéristiques de *Diospyros stenocarpa***

Densité, surface terrière et biovolume

*Diospyros stenocarpa* présente une densité de 20 individus à l’hectare. Les semenciers ne sont que de 5 individus /ha correspondant à une surface terrière de 0,06 m<sup>2</sup>/ha et un biovolume de 0,32 m<sup>3</sup>/ha. Cette faible densité est due à la collecte illicite ancienne ou même actuelle des espèces de bois précieux.

Régénération naturelle et structure démographique

L’effectif des individus de régénération est faible, 15 individus/ha ; ce qui permet d’obtenir un taux de régénération de 300%. Le taux de régénération est quand même bon mais le déséquilibre est constaté au niveau de la structure démographique. L’allure de l’histogramme de distribution des individus est irrégulière. La classe de diamètre supérieure à 30 cm est absente.

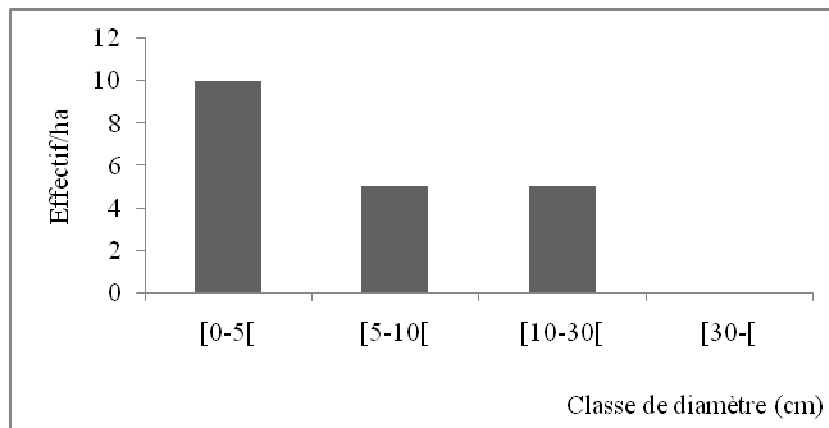


Figure 28: Structure démographique de *Diospyros stenocarpa*

### III.3.1.25. Caractéristiques de *Diospyros sp1*

#### Densité, surface terrière et biovolume

La densité des populations de *Diospyros sp1* est de 107,5 individus /ha. Les individus semenciers ne sont représentés que par un seul individu de 35 cm de diamètre correspondant à une densité de 2,5 individus/ha. La surface terrière est de 0,24 m<sup>2</sup>/ha et le biovolume est de 1,78 m<sup>3</sup>/ha.

#### Régénération naturelle et structure démographique

Les individus de régénération sont abondants. Leur densité est de 105 individus/ha. Le taux de régénération est très élevé, 4200% indiquant une très bonne régénération de l'espèce.

Cependant la structure démographique présente des absences d'individus au niveau des classes intermédiaires, entre 5 et 30 cm de diamètre. Le déséquilibre de la population est très remarqué.

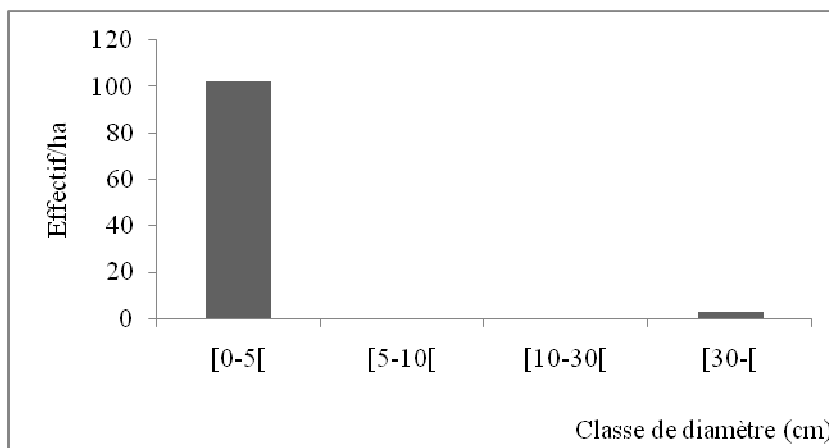


Figure 29: Structure démographique de *Diospyros sp1*

### III.3.1.26. Caractéristiques de *Diospyros* sp4

#### Densité, surface terrière et biovolume

La densité de la population de *Diospyros* sp4 inventoriée dans les sites d'étude est de 135 individus /ha. Les individus semenciers ont une densité de 10 individus/ha correspondant à une surface terrière est de 0,50 m<sup>2</sup>/ha et un biovolume est de 3,60 m<sup>3</sup>/ha.

#### Régénération naturelle et structure démographique

La densité des individus de régénération est très élevée, 125 individus/ha. Le taux de régénération calculé pour *Diospyros* sp4 est de 1250%. La régénération est donc très bonne pour *Diospyros* sp4.

L'allure de l'histogramme représentant la structure démographique de la population de *Diospyros* sp4 montre l'absence de certaines classes de diamètre ce qui équivaut à un état de santé perturbée (Figure 30). En effet, aucun individu ayant un diamètre compris entre 5 cm et 10 cm n'a pu être recensé. Il en est de même pour les individus à diamètre supérieur à 30 cm. Cela peut être attribué aux perturbations causées par les coupes des individus exploitables pour différents usages.

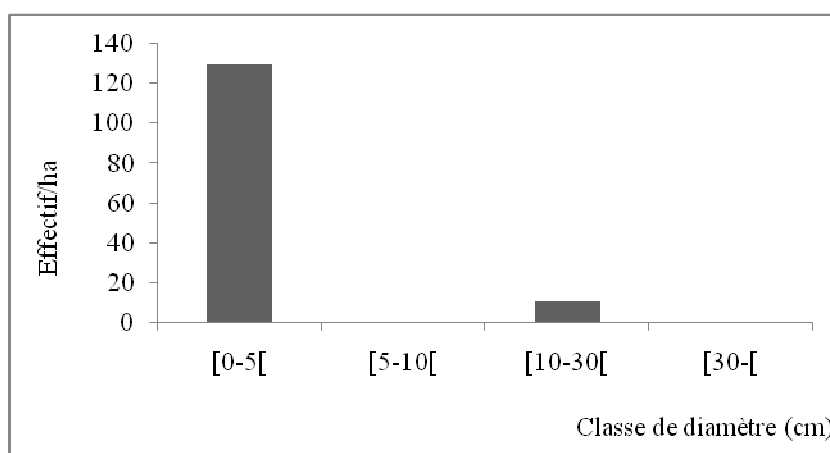


Figure 30: Structure démographique de *Diospyros* sp4

### III.3.1.27. Caractéristiques de *Diospyros macrosepala*

*Diospyros macrosepala* a été inventorié dans deux sites d'étude des forêts denses humides de basse et de moyenne altitude : Ranomafana et Kianjavato.

#### Densité, surface terrière et biovolume

Dans le Parc National de Ranomafana, dans les parcelles de relevés, seul un (1) individu semencier à DHP  $\geq$  10 cm a été correspondant à une densité de 1,42 individus/ha. Sa surface

terrière est de 0,04 m<sup>2</sup> pour un biovolume de 0,27 m<sup>3</sup>. Aucun individu semencier n'a été recensé dans la forêt de Kianjavato.

Régénération naturelle et structure démographique

Aucun individu de régénération n'a été recensé dans les parcelles de relevé du Parc de Ranomafana. Dans la forêt de Kianjavato, seuls des individus de régénération, de diamètre inférieur à 10 cm, ont été recensés dans l'ensemble des parcelles et sites d'études. Leur densité est assez élevée, 50 individus/ha.

La structure démographique de cette espèce montre le déséquilibre de la population à cause de l'absence de plusieurs classes de diamètre.

Les caractéristiques bioécologiques de *Diospyros macrosepala* sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau 27: Caractéristiques bioécologiques de *Diospyros macrosepala***

| Sites              | Densité (ind/ha) | Dendrométrie                          |                                | Régénération naturelle |                          | Etat de santé de la population |
|--------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                    |                  | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Densité (ind/ha)       | Taux de régénération (%) |                                |
| Ranomafana         | 1,42             | 0,04                                  | 0,27                           | 0                      | 0                        | perturbé                       |
| Kianjavato (COFAV) | 50               | 0                                     | 0                              | 50                     | 0                        | perturbé                       |

**III.3.1.28. Caractéristiques de *Diospyros gracilipes***

*Diospyros gracilipes* a été présent dans trois sites d'étude : Kianjavato, Manombo, Mahabo Mananivo et Zahamena.

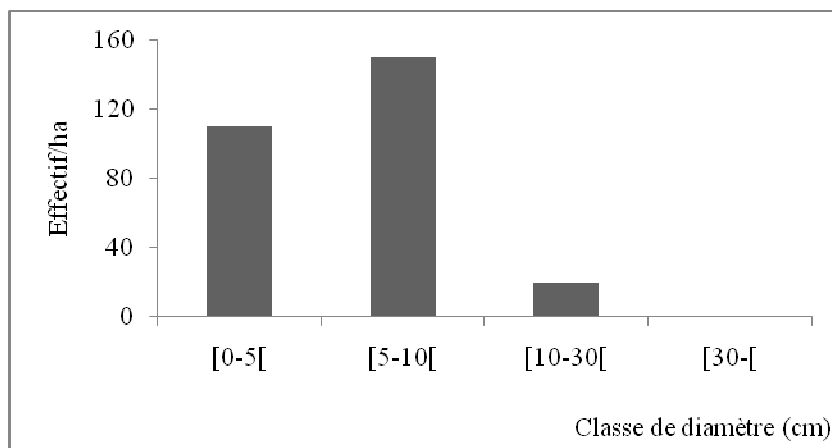
Densité, surface terrière et biovolume

Cette espèce est cependant rare dans ces forêts. Dans le Parc de Zahamena, dans la forêt de Kianjavato et dans la forêt de Mahabo Mananivo, les semenciers sont absents. La population de cette espèce est donc très perturbée. Dans la forêt de Manombo, les individus semenciers présente une densité de 4 pieds/ha. La surface terrière et le biovolume de l'espèce sont respectivement de 0, 04m<sup>2</sup>/ha et de 0, 10m<sup>3</sup>/ha. Ces faibles valeurs peuvent être expliquées par la faible densité de l'espèce.

Régénération naturelle et structure démographique

Les individus de régénération qui ont été inventoriés à Zahamena et à Kianjavato présentent une faible densité, respectivement de 20 individus /ha et de 16,6 individus/ha. Dans la forêt de Mahabo Mananivo, ils ont une densité élevée, 190 pieds/ha. La densité est aussi très élevée, 830pieds/ha, dans la forêt de Manombo, correspondant à un taux de régénération de 2075%.

A cause de l'absence des semenciers dans les trois zones d'étude : Zahamena, Kianjavato et Mahabo Mananivo, la structure démographique des populations de cette espèce est déséquilibrée. Dans la forêt de Manombo, l'histogramme de la structure démographique montre l'absence d'individus dans la classe de diamètre supérieur ou égale à 30cm (Figure 31).



**Figure 31: Structure démographique de *Diospyros gracilipes* dans la forêt de Manombo**

Les caractéristiques bioécologiques de *Diospyros gracilipes* sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau 28:Caractéristiques bioécologiques de *Diospyros gracilipes***

| Sites              | Densité (ind/ha) | Dendrométrie                          |                                | Régénération naturelle |                          | Etat de santé de la population |
|--------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                    |                  | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Densité (ind/ha)       | Taux de régénération (%) |                                |
| Zahamena           | 20               | 0                                     | 0                              | 20                     | 0                        | perturbé                       |
| Kianjavato (COFAV) | 16,6             | 0                                     | 0                              | 16,6                   | 0                        | perturbé                       |
| Manombo            | 4                | 0,04                                  | 0,10                           | 830                    | 2075                     | Bon                            |
| Mahabo             | 190              | 0                                     | 0                              | 190                    | 0                        | perturbé                       |



### III.3.1.29. Caractéristiques de *Diospyros platyrachis*

*Diospyros platyrachis* a été inventorié dans deux sites : Zahamena et Kianjavato. Dans l'ensemble des deux sites d'étude, seuls des individus de régénération de *Diospyros platyrachis* ont été recensés. A Kianjavato, la densité des individus est de 22,5 individus/ha. Elle est plus faible dans la forêt de Zahamena, de l'ordre de 10 individus/ha.

La survie de l'espèce n'est pas assurée car le taux de régénération de l'espèce est nul. Les individus matures sont absents.

### III.3.1.30. Caractéristiques de *Diospyros tropophylla*

#### Densité, surface terrière et biovolume

*Diospyros tropophylla* présente la densité la plus élevée des espèces de bois précieux inventoriés dans la Parc d'Ankarafantsika, 72,7 individus à l'hectare. Les semenciers sont assez nombreux avec 39,5 individus /ha correspondant à une surface terrière de 0,84 m<sup>2</sup>/ha et un biovolume de 3,89 m<sup>3</sup>/ha. Ces faibles valeurs de paramètres dendrométriques sont dues au fait que les individus de *Diospyros tropophylla* sont de faible diamètre entre 10-20 cm.

#### Régénération naturelle et structure démographique

Avec une densité des individus de régénération de 60 pieds/ha, le taux de régénération est très faible, 84,5%. La régénération est donc mauvaise pour cette espèce. L'état de santé de la population est aussi perturbé.

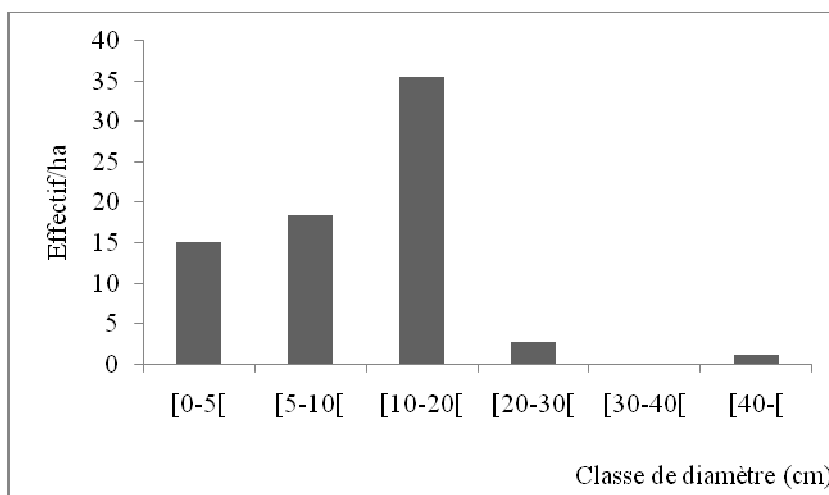


Figure 32: Structure démographique de *Diospyros tropophylla*

### III.3.1.31. Caractéristiques de *Diospyros pervilleana*

#### Densité, surface terrière et biovolume

La densité des populations de *Diospyros pervilleana* est de 36,6 individus /ha. Ce sont tous des individus semenciers de diamètre compris entre 10 cm et 40 cm. La surface terrière est de 1,02 m<sup>2</sup>/ha et le biovolume est de 5,3 m<sup>3</sup>/ha.

#### Régénération naturelle et structure démographique

L'absence d'individu de régénération de *Diospyros pervilleana* a été remarquée. La régénération de l'espèce est donc mauvaise ainsi que son état de santé. Toutes les classes de diamètre ne sont pas représentées au niveau de la courbe de distribution des populations de cette espèce par classe de diamètre (Figure 33).

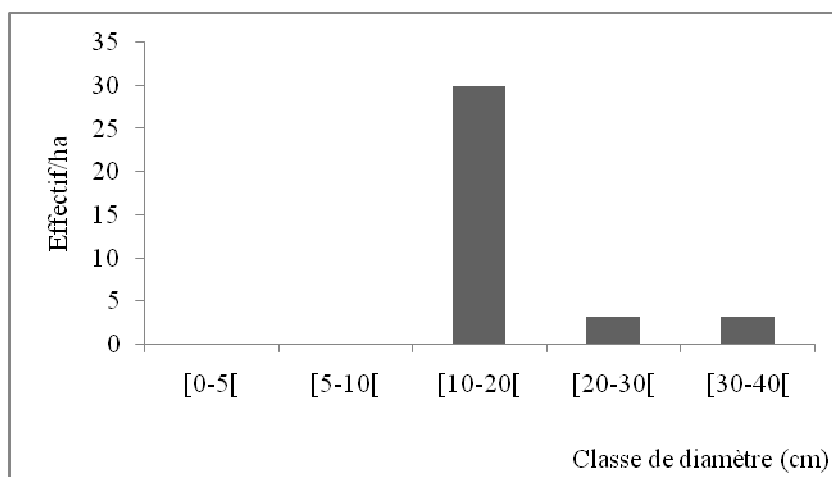


Figure 33: Structure démographique de *Diospyros pervilleana*

### III.3.1.32. Caractéristiques de *Diospyros haplostylis*

*Diospyros haplostylis* a été inventorié aussi bien en forêt humide à Kianjavato qu'en forêt sèche à Ankarafantsika.

Dans la forêt de Kianjavato, l'espèce n'a été représentée que par trois individus de diamètre inférieur à 5cm dans tout l'ensemble de parcelles d'étude. Les individus semenciers sont absents.

Contrairement, dans la forêt d'Ankarafantsika, ce sont des individus semenciers qui ont été présents. La densité des populations de *Diospyros haplostylis* est de 16,6 individus/ha. La surface terrière calculée est de 0,17 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un biovolume de 0,44 m<sup>3</sup>/ha.

L'absence d'individus semenciers dans l'un des sites et d'individus de régénération dans l'autre site d'étude traduit un déséquilibre de la structure démographique des populations de *Diospyros haplostylis*.

### III.3.1.33. Caractéristiques de *Diospyros myriophylla*

*Diospyros myriophylla* a été inventorié dans deux sites d'étude des forêts denses sèches caducifoliées : Ankarafantsika et Analabe.

#### Densité, surface terrière et biovolume

A Ankarafantsika, la population totale de *Diospyros myriophylla* présente une densité de 83 pieds/ha. Les semenciers sont très peu nombreux. Ils ont une densité de 24 individus/ha, correspondant à une surface terrière de 0,40 m<sup>2</sup>/ha et à un biovolume de 1,50m<sup>3</sup>/ha.

Dans les sites de relevé de la forêt d'Analabe, la densité des individus semenciers est encore plus faible, 15 individus/ha. Leur surface terrière est de 0,20 m<sup>2</sup>/ha correspondant à un biovolume de 0,56 m<sup>3</sup>/ha.

#### Régénération naturelle et structure démographique

Les individus de régénération de *Dalbergia myriophylla* ont une densité de 61pieds/ha dans le Parc d'Ankarafantsika. Le taux de régénération calculé est de 277% indiquant une régénération moyenne. Par contre dans la forêt domaniale d'Analabe, la densité des individus de régénération est faible, 17,5 pieds/ha. Le taux de régénération calculé est de 116,6% traduisant également une régénération moyenne.

La courbe de distribution des individus par classe de diamètre montrent une allure en cloche dans les deux sites d'étude (Figures 34 et 35). L'état de santé de la population est perturbé. L'absence d'individus de diamètre supérieur à 20 cm dans la forêt d'Analabe pourrait être due à des exploitations sélectives des bois précieux. L'état de santé des populations de *Diospyros myriophylla* est perturbé à cause du taux de régénération moyen.

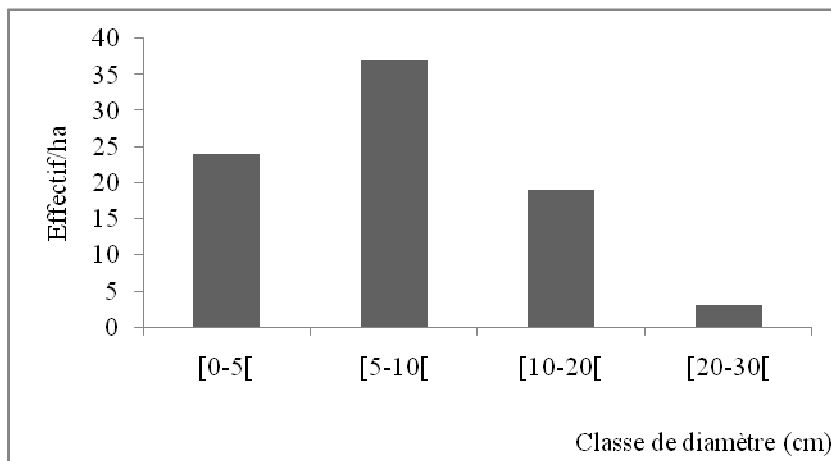


Figure 34: Structure démographique de *Diospyros myriophylla* dans la forêt d'Ankarafantsika

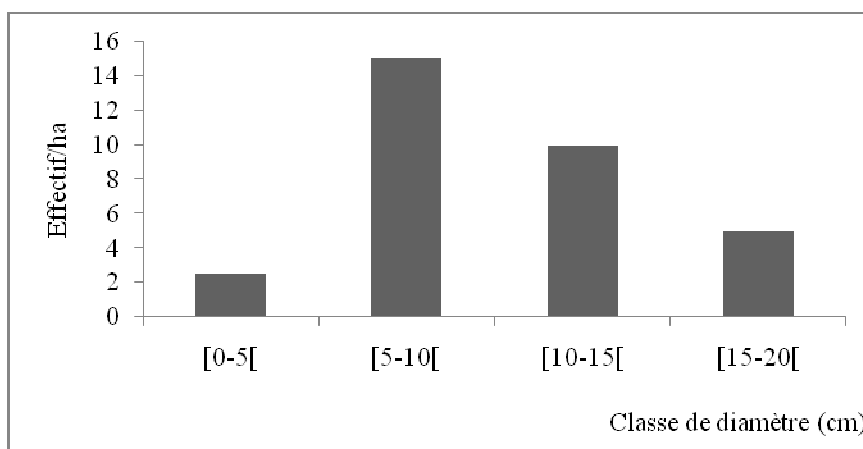


Figure 35: Structure démographique de *Diospyros myriophylla* dans la forêt d'Analabe

Le tableau suivant résume les caractéristiques bioécologiques de *Diospyros myriophylla*

Tableau 29: Caractéristiques bioécologiques de *Diospyros myriophylla*

| Sites          | Densité (ind/ha) | Dendrométrie                          |                                | Régénération naturelle |                          | Etat de santé de la population |
|----------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                |                  | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Densité (ind/ha)       | Taux de régénération (%) |                                |
| Ankarafantsika | 83               | 0,40                                  | 1,50                           | 61                     | 277                      | perturbé                       |
| Analabe        | 32,5             | 0,20                                  | 0,56                           | 17,5                   | 116,6                    | perturbé                       |

### III.3.1.34. Caractéristiques de *Diospyros boivini*

#### Densité, surface terrière et biovolume

Quatre (4) individus matures de *Diospyros boivini* ont été inventoriés. Cette espèce présente alors une densité spécifique de 40 individus à l'hectare. La surface terrière et le biovolume de l'espèce sont respectivement de 0,11m<sup>2</sup>/ha et de 0,34m<sup>3</sup>/ha. Ces faibles valeurs peuvent être expliquées par la faible densité de l'espèce.

#### Régénération naturelle et structure démographique

Les individus de régénération sont abondants, leur densité est de 420 individus/ha, ce qui donne un taux de régénération de 1050%.

La distribution des individus de cette espèce suivant les classes de diamètre est représentée sur la figure 36. L'histogramme (Figure 36) montre une allure en J inversé l'absence ce qui indique un bon état de santé de la population de *Diospyros boivini* dans la forêt de Manombo.

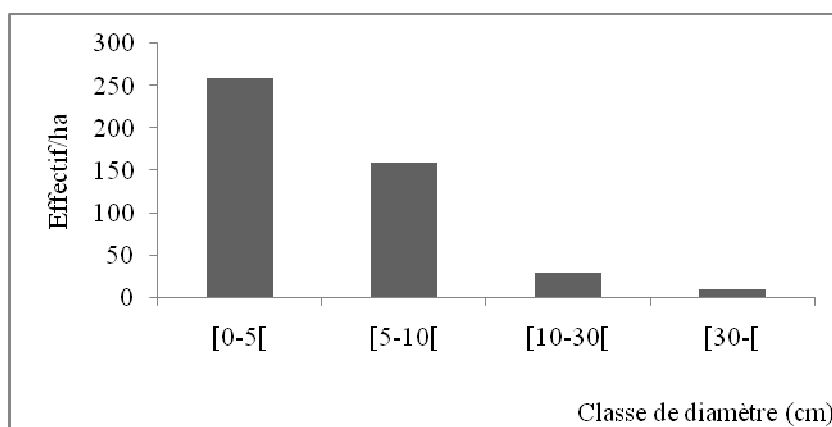


Figure 36: Structure démographique de *Diospyros boivini*

### III.3.1.35. Caractéristiques de *Diospyros ferrea*

*Diospyros ferrea* a été rencontré dans les forêts littorales et les forêts denses humides de basse altitude de Manombo et de Mahabo Mananivo.

#### Densité, surface terrière et biovolume

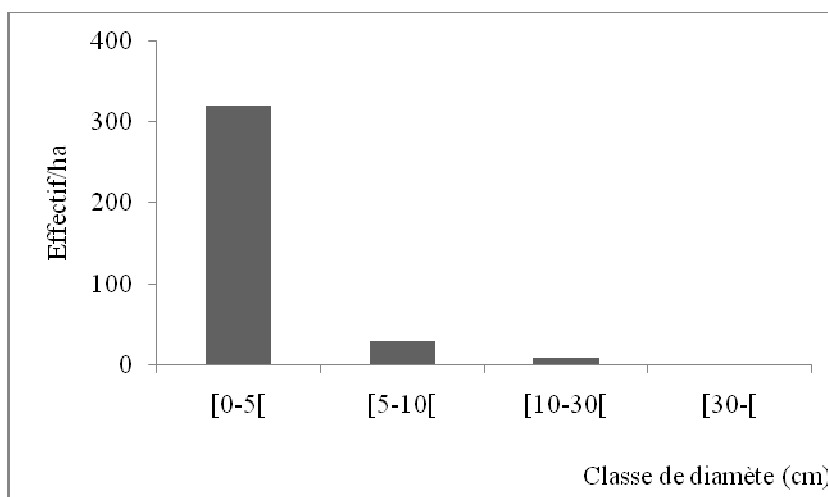
Dans la forêt de Mahabo Mananivo, *Diospyros ferrea* est très abondant, la densité totale de la population est supérieure à 5000 pieds/ha. Les individus semenciers ont une densité de 80 pieds/ha. La surface terrière et le biovolume de la population sont respectivement 0,03m<sup>2</sup>/ha et 0,056m<sup>3</sup>/ha.

Aucun individu mature n'a été recensé dans les parcelles d'étude de Manombo.

Régénération naturelle et structure démographique

Seul cinq (5) individus de régénération ont été inventoriés dans la forêt de Manombo, correspondant à une densité de 50 pieds/ha. La structure démographique marquée l'absence des individus de *Diospyros ferrea* à gros diamètre traduit la perturbation et le déséquilibre de la population de cette espèce.

Dans la forêt de Mahabo Mananivo, le taux de régénération est de 6375%. La régénération est donc très bonne. La répartition des individus en fonction de la classe de diamètre montre une courbe à allure régulière donc, l'état de santé de la population de *Diospyros ferrea (willd)* Bakh est bon dans ce site.



**Figure 37: Structure démographique de *Diospyros ferrea (willd)* Bakh.dans la forêt de Mahabo Mananivo**

**III.3.1.36.Caractéristiques de *Diospyros gracilipes var velutipes***

*Diospyros gracilipes var velutipes* a été rencontré dans les forêts littorales et de basse altitude de Manombo et de Mahabo Mananivo.

Densité, surface terrière et biovolume

Les individus semenciers ont une densité de 20 individus /ha dans la forêt de Mahabo Mananivo. La surface terrière et le biovolume de la population sont respectivement 0,015m<sup>2</sup>/ha et 0,06m<sup>3</sup>/ha.

A Manombo, la densité des individus matures est aussi de 20 individus à l’hectare avec 2 individus matures. La surface terrière et le biovolume de l’espèce ont des valeurs plus élevées respectivement de 0,41m<sup>2</sup>/ha et de 1,41m<sup>3</sup>/ha.

Régénération naturelle et structure démographique

La forêt de Mahabo Mananivo compte d’abondants individus de régénération de *Diospyros gracilipes* var. *velutipes*. La densité des individus de régénération est de 660 individus/ha. Le taux de régénération est de 3300%. Avec une densité d’individus de régénération de 360 pieds/ha, le taux de régénération de *Diospyros gracilipes* var. *velutipes* est de 1700% dans la forêt de Manombo.

La régénération est donc très bonne pour cette espèce de *Diospyros*.

L’allure de la courbe de la structure démographique des populations de *Diospyros gracilipes* var. *velutipes* est régulière donc l’état de santé de cette espèce est bon (Figure 38).

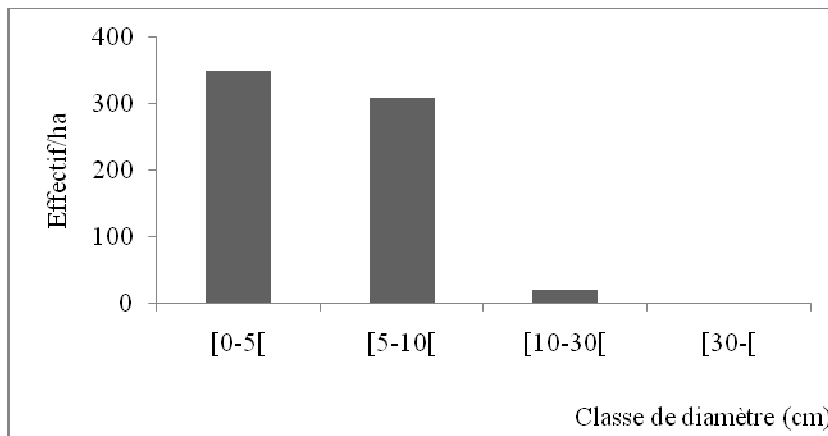


Figure 38: Structure démographique de *Diospyros gracilipes* var. *velutipes* à Mahabo Mananivo

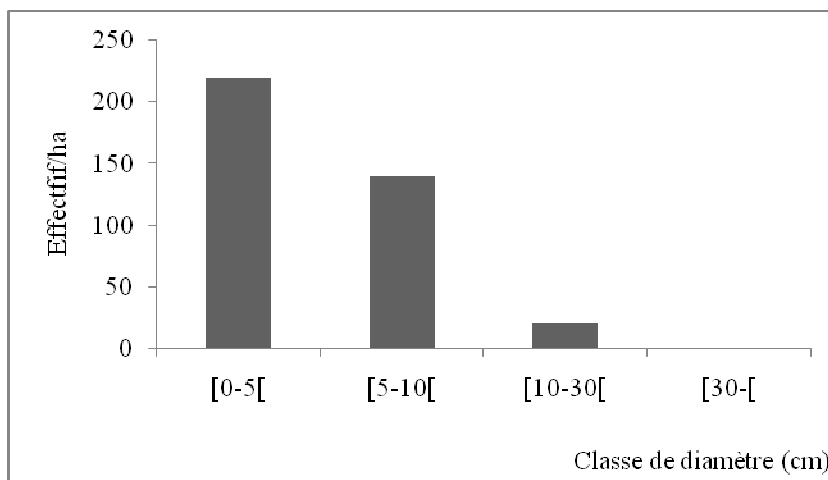


Figure 39: Structure démographique de *Diospyros gracilipes* var. *velutipes* à Manombo



Le tableau suivant résume les caractéristiques bioécologiques de *Diospyros gracilipes* var. *velutipes*

**Tableau 30: Caractéristiques bioécologiques de *Diospyros gracilipes* var. *velutipes***

| Sites           | Densité (ind/ha) | Dendrométrie                          |                                | Régénération naturelle |                          | Etat de santé de la population |
|-----------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                 |                  | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Densité (ind/ha)       | Taux de régénération (%) |                                |
| Manombo         | 20               | 0,41                                  | 1,41                           | 360                    | 1700                     | Bon                            |
| Mahabo Mananivo | 20               | 0,015                                 | 0,06                           | 660                    | 3300                     | Bon                            |

### III.3.1.37. Caractéristiques de *Diospyros squamosa*

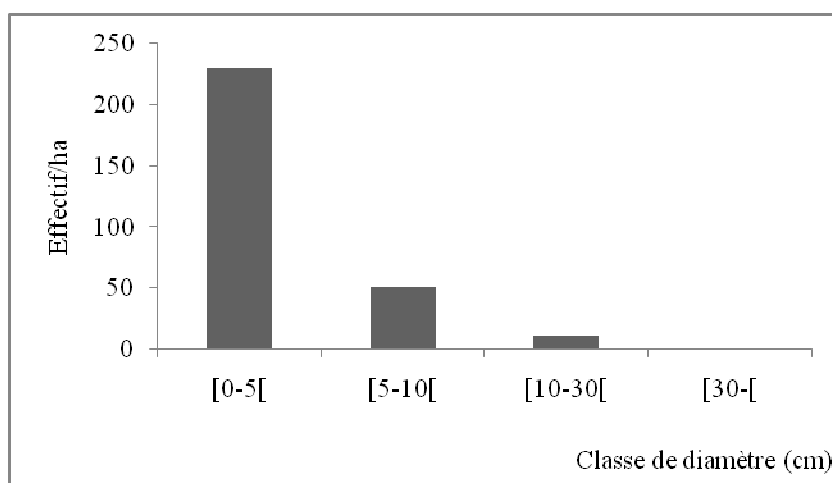
#### Densité, surface terrière et biovolume

Seul un individu mature a été recensé dans la forêt de Mahabo Mananivo. La surface terrière et le biovolume de la population sont respectivement 0,02m<sup>2</sup>/ha et 0,06m<sup>3</sup>/ha.

#### Régénération naturelle et structure démographique

Les individus régénérés de *Diospyros squamosa* sont très abondants. Le taux de régénération est très bon de 3100 %.

L'allure de la courbe est régulière (Figure 40). Ceci indique que l'état de santé de la population de l'espèce est bon.



**Figure 40: Structure démographique de *Diospyros squamosa* Bojer ex**

### III-3-2- Caractéristiques des espèces de bois précieux par zone écofloristique

Les travaux d'étude ont été menés dans trois grandes zones écofloristiques :

- zone écofloristique orientale de basse altitude
- zone écofloristique orientale de moyenne altitude
- zone écofloristique occidentale de basse altitude

#### III-3-2-1- Caractéristiques des bois précieux de la zone écofloristique orientale de basse altitude

Six (6) espèces de *Dalbergia* (*Dalbergia monticola*, *Dalbergia baronii*, *Dalbergia madagascariensis*, *Dalbergia normandii*, *Dalbergia orientalis*, *Dalbergia maritima*) et 17 espèces de *Diospyros* (*Diospyros bernieriana*, *Diospyros gracilipes*, *Diospyros haplostylis*, *Diospyros macrosepala*, *Diospyros megasepala*, *Diospyros nigricans*, *Diospyros perrieri*, *Diospyros platyrachis*, *Diospyros sp.1*, *Diospyros sp. 4*, *Diospyros subsessifolia*, *Diospyros toxicaria*, *Diospyros stenocarpa*, *Diospyros boivinii*, *Diospyros ferrea*, *Diospyros squamosa*, *Diospyros gracilipes var velupites*) ont été inventoriées dans les forêts appartenant à la zone écofloristique orientale de basse altitude.

Les forêts denses humides de moyenne altitude et les forêts humides littorales sont riches en espèces de bois précieux aussi bien dans les aires protégées que dans les forêts hors aires protégées. Cependant, la plupart des populations des bois précieux présentes dans ces forêts ont un état de santé perturbé. Leur structure démographique est irrégulière à cause de l'absence d'individus dans certaines classes de diamètre. Les individus semenciers ou les individus de régénération sont absents pour *Diospyros haplostylis*, *Diospyros nigricans*, *Diospyros perrieri*, *Diospyros subsessifolia*, *Diospyros platyrachis*. Pour d'autres espèces, ce sont notamment les individus de gros diamètre et les individus des classes intermédiaires entre 10 et 15 cm qui sont absents.

Les caractéristiques de ces espèces de bois précieux sont résumées dans le tableau suivant.

**Tableau 31: Caractéristiques des bois précieux de la zone écofloristique orientale de basse altitude**

| Espèces                                   | Densité (indiv/ha) | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Taux de régénération (%) | Etat de santé population |
|---|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>Dalbergia baronii</i>                  | 30                 | 0,78                                  | 6,61                           | 200                      | perturbé                 |
| <i>Dalbergia chapelieri</i>               | 38,3               | 0,48                                  | 2,87                           | 228,5                    | perturbé                 |
| <i>Dalbergia monticola</i>                | 130                | 0,65                                  | 3,75                           | 550                      | perturbé                 |
| <i>Dalbergia normandii</i>                | 65                 | 5,12                                  | 43,36                          | 8,33                     | perturbé                 |
| <i>Dalbergia madagascariensis</i>         | 1,3 à 10           | 0,01 à 0,6                            | 0,08 à 4,62                    | 112,5-350                | perturbé                 |
| <i>Dalbergia maritima</i>                 | 80                 | 0,8                                   | 5,9                            | 700                      | perturbé                 |
| <i>Dalbergia orientalis</i>               | 40                 | 0,44                                  | 2,84                           | 300                      | perturbé                 |
| <i>Diospyros berneriana</i>               | 40                 | 0,52                                  | 2,77                           | 300                      | perturbé                 |
| <i>Diospyros gracilipes</i>               | 4                  | 0,04                                  | 0,10                           | 830-2075                 | perturbé                 |
| <i>Diospyros haplostylis</i>              | 10                 | -                                     | -                              | -                        | perturbé                 |
| <i>Diospyros macrosepala</i>              | 1,5 à 50           | 0,04                                  | 0,27                           | 0-50                     | perturbé                 |
| <i>Diospyros megasepala</i>               | 20                 | 0,19                                  | 1,20                           | 300                      | perturbé                 |
| <i>Diospyros perrieri</i>                 | 10                 | -                                     | -                              | -                        | perturbé                 |
| <i>Diospyros platyrachis</i>              | 22,5               | -                                     | -                              | -                        | perturbé                 |
| <i>Diospyros sp1</i>                      | 107,5              | 0,24                                  | 1,78                           | 4200                     | Bon                      |
| <i>Diospyros sp4</i>                      | 135                | 0,50                                  | 3,60                           | 1250                     | Bon                      |
| <i>Diospyros subsessilifolia</i>          | 10                 | -                                     | -                              | -                        | perturbé                 |
| <i>Diospyros nigricans</i>                | 206,6              | -                                     | -                              | -                        | perturbé                 |
| <i>Diospyros stenocarpa</i>               | 20                 | 0,06                                  | 0,32                           | 300                      | perturbé                 |
| <i>Diospyros toxicaria</i>                | 30                 | 0,17                                  | 0,93                           | 200                      | perturbé                 |
| <i>Diospyros boivinii</i>                 | 40                 | 0,11                                  | 0,34                           | 1050                     | Bon                      |
| <i>Diospyros ferrea</i>                   | 50- 5000           | 0,03                                  | 0,056                          | 6375                     | perturbé                 |
| <i>Diospyros squamosa</i>                 | 320                | 0,02                                  | 0,06                           | 3100                     | Bon                      |
| <i>Diospyros gracilipes var velupites</i> | 380 à 680          | 0,025 à 0,41                          | 0,06 à 1,41                    | 1700 à 3300              | Bon                      |

### III-3-2-2-Caractéristiques des bois précieux de la zone écofloristique orientale de moyenne altitude

Dans la zone écofloristique de moyenne altitude, une espèce de *Dalbergia* (*Dalbergia monticola*) et 6 espèces de *Diospyros* (*Diospyros filipes*, *Diospyros gracilipes*, *Diospyros lanceolata*, *Diospyros macrosepala*, *Diospyros platyrachis*, *Diospyros sp.*), ont été répertoriées.

*Dalbergia monticola* dispose encore d'une bonne potentialité en bois avec une population comportant des individus de gros diamètre, supérieur à 30 cm, et d'une bonne potentialité de régénération.

Les individus de diamètre compris entre 5 et 10 cm sont peu abondants d'où le déséquilibre de la population.

*Diospyros sp* présente une population équilibrée avec un très fort taux de régénération.

Pour les cinq autres espèces de *Diospyros*, la survie des populations n'est pas assurée à cause de la faible densité des populations, de l'absence d'individus de régénération.

Les caractéristiques de ces espèces de bois précieux sont résumées dans le tableau suivant.

**Tableau 32: Caractéristiques des bois précieux de la zone écofloristique orientale de moyenne altitude**

| Espèces                      | Densité (indiv/ha) | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Taux de régénération (%) | Etat de santé population |
|------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>Dalbergia monticola</i>   | 97                 | 1,59                                  | 13,93                          | 430                      | perturbé                 |
| <i>Diospyros gracilipes</i>  | 20                 | -                                     | -                              | 0                        | perturbé                 |
| <i>Diospyros platyrachis</i> | 10                 | -                                     | -                              | 0                        | perturbé                 |
| <i>Diospyros macrosepala</i> | 50                 | 0,04                                  | 0,27                           | 0                        | perturbé                 |
| <i>Diospyros lanceolata</i>  | 20                 |                                       |                                |                          | perturbé                 |
| <i>Diospyros filipes</i>     | 260                | -                                     | -                              | 0                        | perturbé                 |
| <i>Diospyros sp</i>          | 107,5              | 0,24                                  | 1,78                           | 4200                     | Bon                      |

### III-3-2-3-Caractéristiques des bois précieux de la zone écofloristique occidentale de basse altitude

Dans l'ensemble des sites d'étude de la zone écofloristique occidentale de basse altitude, 6 espèces de *Dalbergia* (*Dalbergia trichocarpa*, *Dalbergia greveana*, *Dalbergia purpurascens*, *Dalbergia peltieri*, *Dalbergia tsiandalana*, *Dalbergia mollis*) et 5 espèces de *Diospyros* (*Diospyros myriophylla*, *Diospyros tropophylla*, *Diospyros haplostylis*, *Diospyros pervilleana*, *Diospyros aculeata*) ont été inventoriées.

Les caractéristiques de ces espèces de bois précieux sont résumées dans le tableau suivant.

**Tableau 33: Caractéristiques des bois précieux de la zone écofloristique occidentale de basse altitude**

| Espèces                       | Densité (indiv/ha) | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Taux de régénération (%) | Etat de santé population |
|-------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>Dalbergia trichocarpa</i>  | 20 – 25            | 0,32-0,66                             | 1,55-2,46                      | 65                       | perturbé                 |
| <i>Dalbergia greveana</i>     | 20 – 47            | 0,10- 0,42                            | 0,15-1,94                      | 135                      | perturbé                 |
| <i>Dalbergia mollis</i>       | 30                 | 1,02                                  | 3,76                           | 0                        | perturbé                 |
| <i>Dalbergia peltieri</i>     | 20 – 46            | 0,06 – 0,35                           | 0,21 – 18,34                   | 35- 300                  | perturbé                 |
| <i>Dalbergia purpurascens</i> | 25 – 40            | 0,03 – 0,71                           | 0,41 – 4,06                    | 41 – 216                 | perturbé                 |
| <i>Dalbergia tsiandalana</i>  | 10 -20             | 0,17 -0,34                            | 0,56 -1,44                     | 0                        | perturbé                 |
| <i>Diospyros myriophylla</i>  | 57,75              | 0,3                                   | 1,03                           | 196,8                    | perturbé                 |
| <i>Diospyros tropophylla</i>  | 72,7               | 0,84                                  | 3,89                           | 84,5                     | perturbé                 |
| <i>Diospyros haplostylis</i>  | 16                 | 0,17                                  | 0,44                           | 0                        | perturbé                 |
| <i>Diospyros pervilleana</i>  | 36,6               | 1,02                                  | 5,3                            | 0                        | perturbé                 |
| <i>Diospyros aculeata</i>     | 10                 | 0,4                                   | 0,09                           | 0                        | perturbé                 |

Les populations de toutes ces espèces recensées ont une faible densité aussi bien pour les semenciers que pour les individus de régénération. Elles présentent aussi une structure démographique perturbée.

#### **III.4. Synthèse : correspondance entre les critères d'identification des unités de végétation délimitées sur la carte et les caractéristiques biométriques des espèces cibles.**

Cette partie de résultat résume les relations existantes entre les unités de végétation identifiées dans chaque site et les caractéristiques biométriques des espèces cibles (Tableau 34).

**Tableau 34: Relation entre les unités de végétation et les données dendrométriques des espèces cibles**

| Sites                   | Unité de végétation                   | Texture | Compacité  | Espèces                       | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Régénération Naturelle (%) |
|-------------------------|---------------------------------------|---------|------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Ankarafantsika          | Forêt dense sèche caducifolié         | 90-205  | 0,12-0,27  | <i>Dalbergia trichocarpa</i>  | 0,32                                  | 1,55                           | 65                         |
|                         |                                       | 90-205  | 0,12-0,27  | <i>Dalbergia peltieri</i>     | 2,35                                  | 18,34                          | 35,29                      |
|                         | Forêt dense sèche légèrement dégradée | 75-88   | 0,088-0,09 | <i>Dalbergia tsiandalana</i>  | 0,34                                  | 1,44                           | 0                          |
|                         | Forêt dense sèche dégradée            | 68-71   | 0,04-0,078 | <i>Dalbergia greveana</i>     | 0,42                                  | 1,94                           | 135,71                     |
|                         |                                       |         |            | <i>Dalbergia purpurascens</i> | 0,71                                  | 4,06                           | 41                         |
|                         |                                       |         |            | <i>Diospyros haplostylis</i>  | 0,17                                  | 0,44                           | 0                          |
|                         |                                       |         |            | <i>Diospyros myriophylla</i>  | 0,4                                   | 1,50                           | 277                        |
|                         |                                       |         |            | <i>Diospyros tropophylla</i>  | 0,84                                  | 3,89                           | 84,5                       |
|                         |                                       |         |            | <i>Dalbergia peltieri</i>     | 0,06                                  | 0,21                           | 300                        |
|                         | Mahamavo                              | Forêt 2 | 75-96      | 0,09-0,11                     | <i>Dalbergia greveana</i>             | 0,12                           | 0,52                       |
| <i>Dalbergia mollis</i> |                                       |         |            |                               | 0,65                                  | 2,69                           | 0                          |
| Betioky Sud             | Forêt dense sèche caducifoliée        | 120-146 | 0,20-0,28  | <i>Diospyros aculeata</i>     | 0,4                                   | 0,09                           | 0                          |
|                         | Forêt dense sèche dégradée            | 94-119  | 0,14-0,19  | <i>Dalbergia greveana</i>     | 0,1                                   | 0,15                           | 100                        |
|                         |                                       |         |            | <i>Dalbergia purpurascens</i> | 0,03                                  | 0,41                           | 150                        |

| Sites                       | Unité de végétation                    | Texture | Compacité  | Espèces                                   | Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha) | Biovolume (m <sup>3</sup> /ha) | Régénération Naturelle (%) |
|-----------------------------|--|---------|------------|---|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| <b>Analabe ou Bongolava</b> | Forêt dense sèche caducifoliée         | 92-112  | 0,19-0,28  | <i>Dalbergia trichocarpa</i>              | 0,66                                  | 2,46                           | 68                         |
|                             | Forêt dense sèche légèrement dégradée  | 69-82   | 0,078-0,08 | <i>Dalbergia tsiandalana</i>              | 0,17                                  | 0,56                           | 0                          |
|                             |  |         |            | <i>Dalbergia greveana</i>                 | 0,30                                  | 1,60                           | 336,3                      |
|                             |  |         |            | <i>Dalbergia purpurascens</i>             | 0,25                                  | 0,93                           | 216                        |
|                             |  |         |            | <i>Dalbergia mollis</i>                   | 1,02                                  | 3,76                           | 0                          |
|                             |  |         |            | <i>Diospyros myriophylla</i>              | 0,2                                   | 0,56                           | 116,6                      |
| <b>Zahamena</b>             | Forêt dense humide de moyenne altitude | 170-180 | 0,22-0,28  | <i>Dalbergia monticola</i>                | 0,06                                  | 1,74                           | 0                          |
|                             | Forêt dense humide dégradée            | 140-160 | 0,16-0,2   | <i>Diospyros gracilipes</i>               | 0                                     | 0                              | 0                          |
| <b>Ranomafana</b>           | Forêt dense humide de moyenne altitude | 180-211 | 0,22-0,27  | <i>Dalbergia monticola</i>                | 1,59                                  | 13,93                          | 430,8                      |
|                             |  |         |            | <i>Diospyros macrosepala</i>              | 0,04                                  | 0,27                           | 0                          |
| <b>Mahabo-Mananivo</b>      | Forêt littorale                        | 92-160  | 0,23-0,29  | <i>Dalbergia madagascariensis</i>         | 0,65                                  | 3,75                           | 350                        |
|                             |  |         |            | <i>Diospyros ferrea</i>                   | 0,03                                  | 0,05                           | 6375                       |
|                             | Forêt littorale dégradée               | 73-90   | 0,18-0,22  | <i>Diospyros gracilipes var velupites</i> | 0,015                                 | 0,06                           | 1700                       |
|                             |  |         |            | <i>Diospyros squamosa</i>                 | 0,03                                  | 0,06                           | 3100                       |
|                             | Marécage boisé                         | 68,9-70 | 0,068-0,09 | <i>Diospyros gracilipes</i>               | 0                                     | 0                              | 0                          |
| <b>Manombo</b>              | Forêt dense humide de basse altitude   | 78-81   | 0,23-0,26  | <i>Dalbergia madagascariensis</i>         | 0                                     | 0                              | 0                          |
|                             |  |         |            | <i>Diospyros boivini</i>                  | 0,11                                  | 0,34                           | 1050                       |
|                             |  |         |            | <i>Diospyros gracilipes</i>               | 0,04                                  | 0,1                            | 2075                       |
|                             | Forêt dense humide dégradée            | 70-75   | 0,18-0,22  | <i>Diospyros gracilipes var velupites</i> | 0,41                                  | 1,41                           | 1700                       |



A Ankarafantsika, la forêt dense sèche caducifoliée de texture entre 90-205 et compacité entre 0,12-0,27 est caractérisée par les espèces de *Dalbergia* suivantes :

- *Dalbergia trichocarpa* avec une surface terrière de 0,32 m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 1,55 m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération naturelle de 65% ;
- *Dalbergia peltieri* : ayant une surface terrière de 2,35 m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 18,34 m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération 35,24% .

La forêt dense sèche légèrement dégradée d'Ankarafantsika avec une texture entre 75 et 88 et une compacité entre 0,088 et 0,09 est caractérisée uniquement par la présence de *Dalbergia tsiandalana* dont la surface terrière, le biovolume et le taux de régénération sont respectivement de 0,34 m<sup>2</sup>/ha, de 1,44 m<sup>3</sup>/ha et de 0%.

La forêt dense sèche dégradée avec une texture entre 68 et 71 et une compacité entre 0,04 et 0,078 est marquée par la présence des espèces de *Dalbergia* de *Diospyros* suivantes :

- *Dalbergia greveana* avec une surface terrière de 0,42m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 1,94m<sup>3</sup>/ha et une régénération naturelle 135,71% ;
- *Dalbergia purparascens* caractérisée par 0,71m<sup>2</sup>/ha de surface terrière, 4,06m<sup>3</sup>/ha de biovolume et 41 % de taux de régénération naturelle ;
- *Diospyros haplostlis* : a une surface terrière 0,17m<sup>2</sup>/ha, un biovolume 0,44m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération 0% ;
- *Diospyros myriophylla* : avec 0,4m<sup>2</sup>/ha de surface terrière, 1,5m<sup>3</sup>/ha de biovolume et 277% de taux de régénération ;
- *Diospyros tropophylla* : caractérisée par 0,84m<sup>2</sup>/ha de surface terrière, 3,84m<sup>3</sup>/ha de biovolume et de 84,5% de taux de régénération.

A Mahamavo, la forêt 2 de 75-96 de texture et de 0,09-0,11 de compacité est caractérisée par :

- *Dalbergia greveana* avec une surface terrière de 0,12m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 0,52 m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération naturelle nul;
- *Dalbergia mollis* avec une surface terrière de 0,65m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 2,69m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération naturelle nul.

Dans le site de Betsioky Sud, seule *Diospyros aculeata* a été recensée dans la forêt dense sèche caducifoliée (texture entre 120-149 et compacité entre 0,20-0,28) avec une surface terrière de 0,4m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 0,09m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération naturelle nul. Deux espèces de *Dalbergia greveana* et *Dalbergia purpurascens* ont été recensées dans la forêt sèche dégradée de texture (94-119) et de compacité (0,14-0,19). *D. greveana* est caractérisée par une surface terrière 0,10m<sup>2</sup>/ha, un biovolume 0,15m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération naturelle 100%. Ainsi, *D. purpurascens* a une surface terrière 0,03m<sup>2</sup>/ha, un biovolume 0,41m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération naturelle 100%.

A Analabe ou Bongolava, la forêt dense sèche caducifoliée ayant une texture entre 92 et 112 et une compacité entre 0,19 et 0,28 est caractérisée par *Dalbergia trichocarpa* avec une surface terrière de 0,6 , un biovolume de 2,46 et un taux de régénération 68% et par *Dalbergia peltieri* avec une surface terrière de 0,06m<sup>2</sup>/ha , un biovolume de 0,21m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération de 300%. Les espèces de *Diospyros* sont absentes dans cette unité de végétation.

La forêt dense sèche légèrement dégradée de Bongolava avec une texture entre 69 et 82 et une compacité entre 0,078 et 0,08 est caractérisée par la présence des :

- *Dalbergia tsiandalana* dont la surface terrière, le biovolume et le taux de régénération sont respectivement de 0,17m<sup>2</sup>/ha, de 0,56 m<sup>3</sup>/ha et de 0%.
- *Dalbergia greveana* avec une surface terrière de 0,30m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 1,60m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération naturelle 336,3% ;
- *Dalbergia purpurascens* caractérisée par 0,25m<sup>2</sup>/ha de surface terrière, 0,93m<sup>3</sup>/ha de biovolume et 216 % de taux de régénération naturelle ;
- *Dalbergia mollis* caractérisée par une surface terrière de 1,02m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 3,76m<sup>3</sup>/ha et une régénération naturelle 0% ;
- *Diospyros myriophylla* : avec 0,2m<sup>2</sup>/ha de surface terrière, 0,56m<sup>3</sup>/ha de biovolume et 116,6% de taux de régénération.

Dans le site de Zahamena, seulement *Dalbergia monticola* avec une surface terrière de 0,06m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 1,74m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération naturelle nul a été inventoriée dans la forêt dense humide de moyenne altitude (texture entre 170 à 180 et compacité entre 0,22 à 0,28) en termes de bois précieux. Puis, dans la forêt dégradée avec une texture entre 140 à 160 et une compacité entre 0,16 à 0,2, une espèce de *Diospyros* a été

recensée telle que *Dispyros gracilipes* dont la surface terrière, le biovolume et le taux de régénération sont nuls.

A Ranomafana, la forêt dense humide de moyenne altitude avec une texture entre 68 à 71 et une compacité entre 0,22 et 0,27 est marquée par la présence des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* suivantes :

- *Dalbergia monticola* avec une surface terrière de 1,59m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 13,93m<sup>3</sup>/ha et une régénération naturelle 430,8% ;
- *Diospyros macrosepala* caractérisée par 0,06m<sup>2</sup>/ha de surface terrière, 0,27m<sup>3</sup>/ha de biovolume et 0 % de taux de régénération naturelle.

Dans le site de Mahabo-Mananivo, la forêt littorale de 92-160 de texture et de 0,23-0,29 de compacité est caractérisée par la présence de:

- *Dalbergia madagascariensis* avec une surface terrière de 0,65m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 3,75m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération naturelle 350% ;
- *Diospyros ferrea* caractérisée par 0,03m<sup>2</sup>/ha de surface terrière, 0,05m<sup>3</sup>/ha de biovolume et 6375% de taux de régénération naturelle.

La forêt littorale dégradée avec une texture entre 73 et 90 et une compacité entre 0,18 et 0,22 est caractérisée par la présence des : *Diospyros gracilipes var velupites* avec une surface terrière de 0,015m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 0,06m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération naturelle 1700% ; *Diospyros squamosa* avec 0,03m<sup>2</sup>/ha de surface terrière, 0,06m<sup>3</sup>/ha de biovolume et 3100 % de taux de régénération naturelle.

*Diospyros gracilipes* avec surface terrière, biovolume et taux de régénération naturelle nuls a été recensée dans le marécage boisé (68,9 à 70 de texture et 0,068 à 0,09 de compacité).

Dans le site de Manombo, la forêt dense humide de basse altitude de 78-81 de texture et de 0,23-0,26 de compacité est caractérisée par la présence de :

- *Dalbergia madagascariensis* avec une surface terrière, un biovolume et un taux de régénération nuls;
- *Diospyros boivini* avec une surface terrière de 0,11m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 0,34m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération naturelle 1050% ;

- *Diospyros gracilipes* caractérisée par 0,04m<sup>2</sup>/ha de surface terrière, 0,1m<sup>3</sup>/ha de biovolume et 2075% de taux de régénération naturelle.

La forêt dégradée (70 à 75 de texture et 0,18 à 0,22 de compacité) est marquée par la présence de *Diospyros gracilipes* var *velupites* avec une surface terrière de 0,41m<sup>2</sup>/ha, un biovolume de 1,41m<sup>3</sup>/ha et un taux de régénération naturelle 1700%.

### III.5. Utilisation des bois précieux

#### III.5.1. Utilisations locales

Les bois précieux sont classés dans la catégorie des bois d'ébénisterie et de menuiserie fine de grande valeur. Ils présentent de bonnes propriétés mécaniques, bois dur à forte résistance et une bonne durabilité naturelle. Ils ont aussi un bon aspect esthétique. Toutes ses caractéristiques les valorisent par rapport aux autres essences de bois issus de forêts naturelles à Madagascar. Ainsi, les bois précieux conviennent à des usages nobles : ébénisterie, fabrication de meubles de haute qualité, menuiserie de luxe intérieure et extérieure, charpente. Ils sont aussi utilisés pour les constructions des maisons (éléments à ossature bois : poutres, traverses et la parqueterie). D'autres usages sont également connus : confection des différents objets d'art, la lutherie, la sculpture et la marqueterie par les artisans.

Pour les populations locales dans les zones de production des bois précieux, d'autres utilisations sont connues pour leur besoin quotidien: le bois énergie (bois de chauffe et de charbon), la confection des manches d'outils (couteau, hâche,...) et la médecine traditionnelle.

Par ses usages multiples, les bois précieux ont des impacts importants sur l'économie forestière malgache.



Photo 1: Construction en bois précieux



Photo 2: Sculpture en palissandre

### III.5.2. Commercialisation des bois précieux

Le flux de bois précieux varie selon les espèces et la région d'exploitation.

#### Les bois de rose

Les bois de rose sont exploités dans toutes les régions de la côte Est de Madagascar. Les principales zones d'exploitations se trouvent au Nord Est, Mananara Nord, Antalaha. Les bois de rose exploités sont à 98% destinés à l'exportation principalement vers la Chine. Seuls les déchets sont vendus localement pour la confection de produits artisanaux.

La valeur économique des bois de rose a connu une grande hausse surtout depuis la recrudescence des exploitations et des exportations illicites.

En prenant comme valeurs indicatives, les bois de deuxième catégorie se vend à 2 millions d'Ariary par m<sup>3</sup> pour les ventes locales.

Pour l'exportation, quelques chiffres méritent d'être mentionnés :

- 1 rondin de bois de rose mesure entre 1,5 m à 2 m et pèse en moyenne : 300 kg

- 1 container contient en moyenne : 25 Tonnes de bois de rose

- 1 tonne de bois de rose est coté à 6.000 € (en 2006) et 10.000 € (en 2007) (Source : <http://www.madagascar-soa.com/index.php/Tribune-politiques/> du 07 Août 2009).

Pour une traverse de 3m, son prix est de 6.000 ariary s'il est vendu localement.

Dans la région de SAVA, les bucherons reçoivent moins de US\$2,50 (2€) par jour pour transporter dans des conditions inhumaines les troncs, appelés localement : bolabola, tirés du plus profond de la forêt jusqu'à leur destination locale. Ils pèsent entre 100kg jusqu'à plus de 1 tonne (un tronc de 3m et de 1m de diamètre a pesé à 1,5t à Sambava). A Antalaha, Sambava ou Vohémar, ces mêmes troncs sont exportés jusqu'à US\$11 (8,50€) le kilo par les exploitants locaux à destination de la Chine. En 2009, 1211 conteneurs ont été au cœur de la polémique sur l'exportation de bois précieux. Les informations sur ces exportations sont synthétisées dans le tableau 35. L'exportation illicite continue actuellement, les quantités exportées sont difficiles à estimer.

**Tableau 35: Synthèse des informations chiffrées sur les exploitations illégales de bois de rose dans la région Nord-Est de Madagascar (Source : Wilmé et al., 2009).**

| Nombre de conteneurs | Valeur marchande minimum (prix en \$) | Destination des produits « bois de rose »: Traders importing ebony and rosewood (All except two are in China) |
|----------------------|---------------------------------------|---|
| 25                   | \$5,000,000                           | Zhang Jiagang Free Trade Zone Zone Anxing Wood International Trade Co LTD                                     |
| 42                   | \$8,400,000                           | Beijing YintuoInvestment Co LTD / Dalian RisingIntern.ational   |

|     |              |  |
|-----|--------------|--|
|     |              | TradingCo / Shanghai Hong<br>Sheng Industryand Trade Co LTD / Shanghai Tan TanTrade Co LTD<br>/ OceanTradingCyLTD,   |
| 49  | \$9,800,000  | Shanghai King Tird International Trade Co LTD  |
| 56  | \$11,200,000 | China TushuShanghai PudongImport & Export Co / HH International<br>Trade Co LTD / Tianjin<br>WinstarInternational Trade Co LTD / Zhang JiagangFree Trade Zone<br>AnxingWood Int. Trade Co<br>LTD, Jianguo / Hongtai Wood Industry, Hong Kong   |
| 20  | \$4,000,000  | Herowise Engineering LTD -Shanghai Tong Sheng Furniture Co LTD   |
| 33  | \$6,600,000  | Beijing YintuoInvestment Co LTD / China TushuShanghai<br>PudongImport & Export Co / Dalian<br>SkInternational Freight for Wading Co LTD / Foshan Nanhai<br>GuchengYouwayCo LTD / HH<br>International Trade Co LTD / Shenzhen City UanLong Createsthe<br>World Co LTD / Zhang<br>JiagangFree Trade Zone / AnxingWood International Trade Co LTD /<br>OceanTradingCyLTD,<br>Kwai Hung / Zhenjiang WillignForeignTradingCo LTD, Hang Zhou |
| 81  | \$16,200,000 | Flavour Handking LLC / Foshan Everlasting Enterprise Co LTD /<br>Herowise Engineering LTD / High Hope International Group Jiang<br>Knit Wear & Home Textiles Import & Export Co LTD / Ocean<br>Trading Co / Shanghai Tan Tan Trade Co LTD / Zhang Jiagang<br>Jianguo Skyrun Int. Group Co LTD  |
| 21  | \$4,200,000  | Dalian Rising International Trading Co / Jianguo Bosheng<br>International Freigh & Forwarding Co LTD / High Hope International<br>Group Jiang Knit Wear & Home Textiles Import & Export Co LTD /<br>Shanghai Tan Tan Trade Co LTD  |
| 33  | \$6,600,000  | Beijing YintuoInvestment Co LTD / China TushuShanghai<br>PudongImport & Export Co / China MehecoTraditional Medecinesand<br>HealthproductsImport & Export Co / Foshan Nanhai<br>GuchengYouwayCo LTD / HH International Trade Co LTD  |
| 61  | \$12 200 000 | Changshu Jinbianf Craft FurnitureCo LTD / Xiamen High Water<br>LogisticCo LTD / Shanghai Tan TanTrade Co LTD / Shanghai Shenji<br>International, Tanmu / Shanghai Tong Sheng FurnitureCo<br>LTD / Wuxi Shi Zhou YeTextiles Co LTD, Wuxi / Society YickPO<br>Intern. Investment, Hong Kong  |
| 314 | \$62 800 000 | Changsha WeichuSeedIndustryLTD / China TushuShanghai<br>PudongImport & Export Co / Dalian RisingInternational TradingCo /<br>HH International Trade Co LTD / High Hope International<br>Group Jiang Knit Wear & Home Textiles Import & Export Co LTD /<br>Jianguo Guotei International Group Orient Import & Export Co /   |



|     |              |  |
|-----|--------------|--|
|     |              | Shanghai Tan TanTrade Co LTD / Zhenjiang WillignForeign Trading Co LTD, Hang Zhou  |
| 33  | \$6,600,000  | Changsha WeichuSeedIndustryLTD / China TushuShanghai PudongImport & Export Co / Dalian RisingInternational TradingCo / HH International Trade Co LTD / High Hope International Group Jiang Knit Wear & Home Textiles Import & Export Co LTD / Jiangsu Guotei International Group Orient Import & Export Co / Shanghai Tan TanTrade Co LTD / Zhenjiang Willign Foreign TradingCo LTD, Hang Zhou   |
| 152 | \$30,400,000 | CECEIEC Tianjin International Trading LTD / China Artex Corporation Fujian Co LTD / China Jilin Forest Industry Group Import & Export Co LTD / China Key Win International Trading LTD / China National Forest Product Industry Co LTD / Dalian Yulin Import & Export Co LTD / Dongguan Silver Dragon Commercial Co LTD / Flavour Handling LLC / Shanghai Silk Group Co LTD / Foshan Everlasting Enterprise Co LTD / GFTZ Chuda International Trading Co LTD / Guangzhou Peijia Import & Export Trading Co LTD / HH International Trade Co LTD / Jilin Haitianxia Rosewood Co LTD / Shanghai Hong Sheng Industry and Trade Co LTD / Shanghai Tan Tan Trade Co LTD Wuxi Guangming Group Import & Export Co LTD Elia Rolaine SOA, Antalaha 7 \$1,400,000 Shanghai Tan Tan Trade Co LTD / China Meheco Tarditional medecines, Beijing |
| 7   | \$1,400,000  | Shanghai Tan Tan Trade Co LTD / China Meheco Tarditional medecines, Beijing  |
| 120 | \$24,000,000 | Theodor Nagel GmbH Hamburg, Germany / Wuxi Guangming Group Import & Export Co LTD / Shanghai Shang Fu / Tek'Asia International, Kow Loon / CITIC International Co LTD, Beijing   |
| 7   | \$1,400,000  |  |
| 21  | \$4,200,000  | Wuxi Shi Zhou YeTextiles Co LTD, Wuxi / Shanghai Shenji Intern; / Shanghai Tong Sheng FurnitureCo LTD / Shagai TantanTrade Co LTD / JiagyinghUaquanImport & Export Co ltd  |
| 7   | \$1,400,000  | Hong Kong King Chung Tram Co / High Water Logistic Co LTD, Xiamen DESIRE, Antalaha 22 \$4,400,000 Ocean trade Co LTD   |
| 4   | \$800,000    | High Water Logistic Co LTD, Xiamen   |
| 1   | \$200,000    | Sunover Size LTD, Mauritius  |
| 22  | \$4,400,000  | Ocean trade Co LTD   |
| 4   | \$ 800,000   | High Water Logistic Co LTD, Xiamen   |
| 1   | \$200,000    | Sunover Size LTD, Mauritius  |



### **Les Palissandres**

L'organisation générale des flux de palissandre, synthétisée à partir des travaux de Andriambanona R, Isle de Beauchaine, C., Lefevre B, Rasamoelina M., en 2001, présentée sur la figure 41, n'a pas connu de grands changements actuellement. Selon le schéma, quatre villes principales : Antananarivo, Morondava, Mahajanga et Toamasina sont impliquées dans les flux des produits.

-Antananarivo constitue le plus important marché national de bois d'œuvre. Il est le carrefour de vente des bois de tout le pays. Son fort taux démographique génère une consommation importante de bois. Le palissandre qui approvisionne l'agglomération d'Antananarivo vient principalement de l'Est : Moramanga, Ambatondrazaka, et d'autres régions : Morondava, Mahajanga.

-Les régions Boeny, Sofia et Menabe sont essentiellement les fournisseurs de produits.

Pour la région de Morondava, le palissandre provient de plusieurs localités aux alentours du Nord au Sud et aussi de l'ouest Antsalova, Belo sur Tsiribihina, Tsimafana, Befasy.... Le potentiel est plus important dans la région avec une production annuelle estimée à 1185 m<sup>3</sup>, en 2013. Cette production n'a pas varié puisque les estimations faites en 2001 font état de 1000 m<sup>3</sup> de bois brut (Leveau & Rakotoaridera, 2001). Le volume consommé localement représente 15 à 20% de cette production, 78% sont destinés au marché national notamment celui d'Antananarivo et 2% pour l'exportation.

Pour la région du Boina Mahajanga, les bois sont produits notamment à Antsohihy, Analalava, Mitsinjo et Maintirano. Plus de 60% des produits est mis en vente sur le marché local et à destination du Nord dans la région de DIANA. Seul 20% de la production est destiné au marché d'Antananarivo.

Pour le marché local, le palissandre se commercialise sous différentes formes selon les régions, allant des équarris (traverses et longrines) qui sont les produits les moins transformés aux produits pré débités (planches, chevrons, demi madriers, madriers). Les dimensions sont aussi variées, de 2 m à 4 m de long. Les produits mis en vente sur le marché sont essentiellement achetés par les ateliers de menuiseries ébénisteries. L'importance du palissandre pour la fabrication de meubles varie de 70 à 90 % du total de bois sur la côte Ouest malgache et de 30 à 50% sur la côte Est (Guillerme, 2001).

Pour le marché à l'export, il est difficile d'estimer la quantité de palissandre exportée chaque année, ces dernières années. Les chiffres existants qui émanent des différents services concernés par l'exportation : les ports, le ministère des eaux et forêts, le service central des douanes sur la quantité de palissandre exporté présentent une grande disparité.

Les principales destinations du palissandre malgache sont les îles voisines dans l'océan indien : Maurice, Réunion, Comores, l'Europe (France, Allemagne et Italie), la Chine et Taiwan pour le continent asiatique. En raison de leur proximité géographique, les îles de l'océan indien sont plus favorisées et importent plus de 50 % du volume exporté. Les prix pratiqués varient selon les destinations malgré l'argus des prix fixés par le service des eaux et forêts. En 2004, le prix plancher à l'exportation a été fixé à 1000 euros par m<sup>3</sup>.

**Bois d'ébène**

Le flux général de bois d'ébène n'est pas vraiment connu par rapport à celui du bois de rose et de palissandre. Les bois d'ébène sont produits dans le Sud Est de Madagascar, région de Vatovavy Fitovinany et région Atsimo Atsinanana.

Les données sur les prix et les destinations des produits restent insuffisantes.

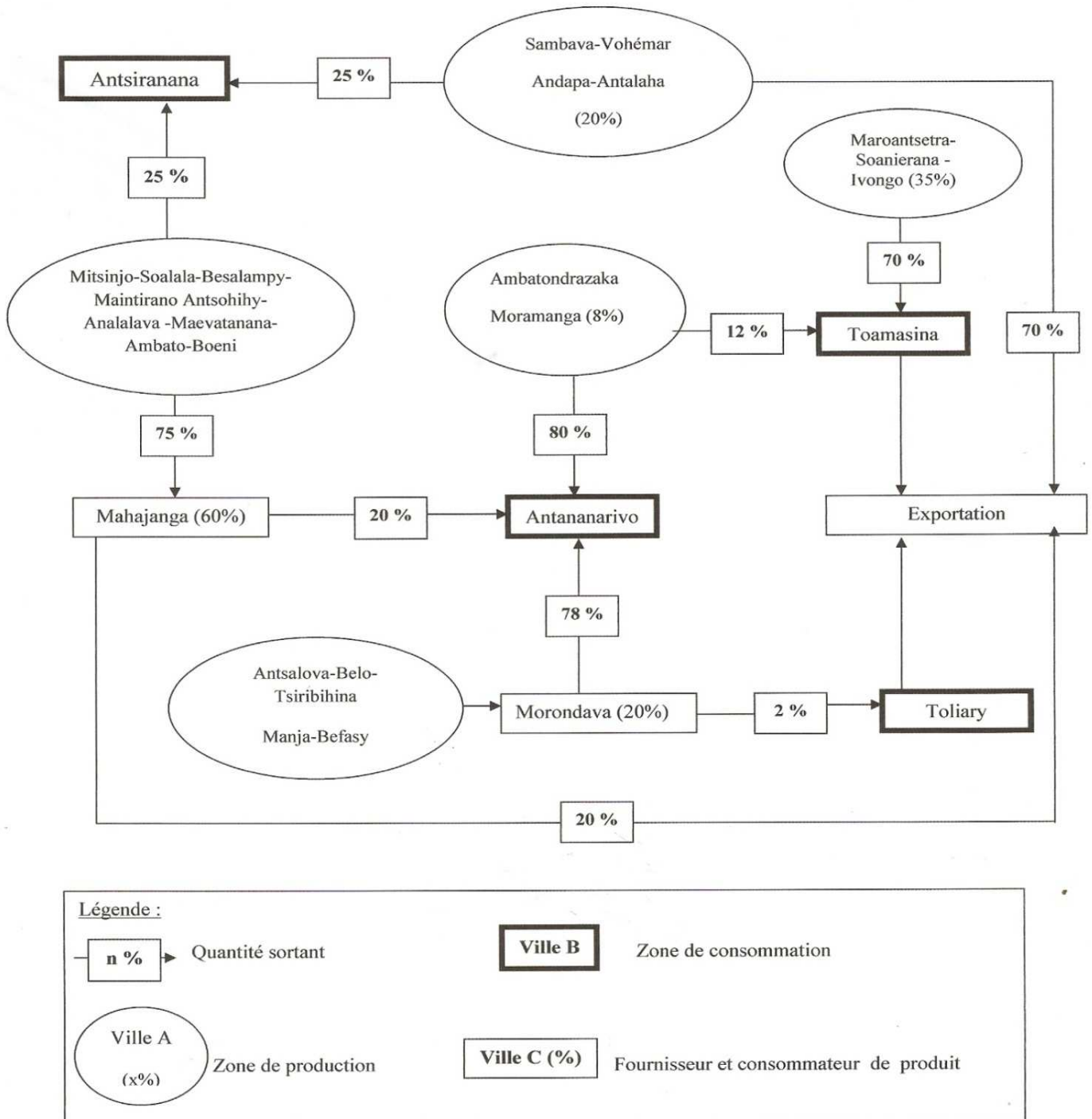


Figure 41: Flux de palissandre dans les principales régions de production et de consommation (Source modifiée: Andriambanona et al., 2001)

### III.6. Menaces et pressions sur les ressources en bois précieux

Différentes pratiques liées à l'exploitation et dictées par la demande du marché sans cesse croissante menacent les ressources en bois précieux.

#### III.6. 1. Menaces et pressions sur les espèces

##### *Exploitation par écrémage*

Les espèces de bois précieux font depuis longtemps l'objet d'une exploitation par écrémage. Dans les lots forestiers, il est prélevé en premier lieu. Ce n'est qu'après l'exploitation des essences à haute valeur ajoutée que les autres essences sont coupées pour en faire des bois de service et des bois de chauffe.

Cette pratique entraîne la dégradation de la forêt. La forêt dépouillée de sa valeur économique est facilement exposée au défrichage et à l'installation des terrains de culture. Le risque de disparition des espèces n'est pas à écarter des conséquences néfastes de ce mode d'exploitation. Le prélèvement par écrémage des adultes et des pieds capables de se reproduire diminue la chance de multiplication des espèces. En plus, la régénération déjà installée subit différents heurts pouvant entraîner leur mort lors de l'abattage des adultes.



Photo 3: pied de *Diospyros* coupé



Photo 4: pied de *Dalbergia* coupé récemment

##### *Développement des exploitations illégales et informelles*

Les exploitations illégales et informelles désignent des pratiques qui se font en dehors des règles et des lois en vigueur. Leur différence réside au niveau des acteurs qui les effectuent. Les exploitations illégales regroupent les pratiques illicites opérées par des exploitants titulaires de permis légal en dehors des réglementations qui régissent leurs activités (Bertrand, 2006). Les exploitations informelles désignent les pratiques effectuées par les acteurs clandestins (Leveau, 2001). Ces deux types d'exploitation sont en relation et contribuent au développement d'un circuit informel parallèle au circuit légal. Ce circuit informel bénéficie plus ou moins de l'appui des acteurs légaux de la filière.

Parmi les activités illégales pratiquées par les exploitants forestiers peut être citée l'autorisation des bûcherons clandestins de couper du bois dans leur lot d'exploitation, le blanchissement des bois illicites en utilisant leurs marteaux de marquage, en louant ou en vendant leur laissez-passer pour les faire sortir de la forêt. La production illicite est ainsi mélangée à la production légale. Elle peut aussi transiter de façon clandestine et arriver sur le marché par l'aide des transporteurs qui les évacuent la nuit pour éviter tout contrôle.

Ces phénomènes illégaux et illicites, devenus une réalité, accentuent la surexploitation du bois précieux. Les contrôles forestiers quasi inexistantes contribuent à leur maintien. L'administration dispose de très de moyens logistiques, financiers et humains pour effectuer les contrôles. Il arrive aussi que les agents forestiers cautionnent et participent à la production illicite.

A cause de toutes ces pratiques liées à l'exploitation citées ci-dessus, les ressources en bois précieux sont devenues de plus en plus rares dans les zones forestières accessibles. La rentabilité économique du bois de rose et du palissandre constitue à la fois une motivation et un facteur de persistance de la pratique illicite.

### III.6. 2. Menaces et pressions sur les habitats

L'exploitation de bois sur un milieu donné peut engendrer des aspects néfastes sur l'habitat. Le fait de prélever des grands arbres favorise et intensifie les activités de défrichage par les populations. Les forêts sont facilement transformées en terrains de culture. En effet, les populations locales combinent généralement leurs activités agro-pastorales avec l'exploitation des bois. Celle-ci est observée surtout dans la partie Ouest et Sud-Ouest de Madagascar. Les forêts denses sèches renferment la majorité des espèces de bois précieux mais elles sont brûlées annuellement pour le Hatsake (culture de maïs...). Ainsi, la forêt se trouve à découvert et est facilement soumise à différentes pressions :

- Culture sur brûlis : les populations locales y font leurs cultures vivrières (riz, manioc, bananier) en défrichant la « broussaille » par le feu. Trois à cinq années plus tard, le sol s'appauvrit, faute de régénération de la litière et de l'humus et l'équilibre entre la couverture végétale et son support devient fragile. Ainsi, les espèces envahissantes telles que *Lantana camara*, *Bambusa* sp. commencent à s'installer au dépend des espèces forestières, cicatrisant les chablis et perturbant la régénération des essences forestières autochtones. Et tout cela entraîne une modification de l'aspect physiognomique du paysage botanique et la disparition progressive des espèces autochtones.

- Pratique des feux : le feu est utilisé à des fins différentes dont les principales raisons identifiées sont le renouvellement du pâturage par élimination des herbes sèches et stimuler la repousse. En effet, cette pratique étant en relation directe avec le type d'élevage extensif. Une autre raison est l'insécurité car d'après nos enquêtes, la végétation peut être brûlée afin de dénicher les « Dahalo » lors des poursuites par la gendarmerie.

- Charbonnage : cette pratique gagne de plus en plus de terrain au sein des sites d'étude visités. Etroitement lié à la culture sur brûlis, lors des nettoyages des parcelles, les grands arbres sont abattus pour en faire du charbon de bois. L'exploitation de bois précieux est importante dans les sites qui n'ont pas encore de statut de conservation. Face à cette situation, certaines ONGs mènent des efforts dans la surveillance de ces sites avec les responsables locaux.



Photo 5: Tavy

### III.7. Proposition de plan de gestion des espèces cibles

Le plan de gestion regroupe un ensemble d'actions à entreprendre dans le moyen et le long terme en vue d'assurer la conservation des bois précieux de Madagascar. Ainsi, peuvent figurer dans ce plan, des mesures réglementaires sur l'application des lois, des programmes de suivi écologiques et des mesures techniques pour rendre cohérent les activités entreprises et pour capitaliser les acquis.

#### III. 7.1. Objectifs

Le plan de gestion spécifique délimite les séries d'actions à entreprendre envers les bois précieux, les unités de végétations clés et envers les habitats. Il a pour but d'assurer la conservation et la gestion durable des espèces de bois précieux.

#### III. 7. 2. Evaluation des pressions et menaces

Le tableau ci-après résume l'évaluation des pressions et menaces sur les espèces, sur les unités de végétation clés et sur les habitats.

Les exploitations par écrémage ou par coupe sélective que ce soit légales ou illégales, licites ou illicites engendrent des pressions et des menaces plausibles sur le dynamique de population de bois précieux et sur la survie de ces espèces et sur l'ensemble des écosystèmes concernés par les exploitations.

Les conséquences de l'exploitation des bois précieux peuvent être catégorisées comme suit :

- Création d'ouvertures favorisant la culture sur brûlis dans les endroits concernés vu que les riverains perçoivent que les zones abritant les espèces de bois de rose et de pallissandre sont propices à tous types de cultures,
- Risque de déforestation permanent sur les types de formations végétales abritant ces espèces,
- Réduction du taux de régénération des espèces par abattage des individus semenciers,
- Difficultés sur la survie des peuplements des espèces de bois précieux,
- Réduction de l'aire de répartition géographique des espèces de bois précieux,
- Dénaturation des formations végétales par le développement des espèces invasives dans les ouvertures causées par la coupe,
- Modification et détérioration de la composition floristique et faunistique des formations végétales,
- Développement des phénomènes d'érosions massives par le transport des rondins,
- Incitation à ne pas travailler pour les communautés avoisinantes.

**Tableau 36 : Evaluation des pressions et menaces.**

| CODE  | DETERMINATION DES PRESSIONS ET MENACES   | ANALYSE DES PRESSIONS ET MENACES |             |                  |                                  |                | CLASSIFICATION DES PRESSIONS ET MENACES | HIERARCHISATION |
|-------|--|----------------------------------|-------------|------------------|----------------------------------|----------------|---|-----------------|
|       |  | Ampleur                          | Etendue     | Durée            | Réversibilité                    | Probabilité    |   |                 |
| E-1   | Création d'ouvertures dans les formations végétales  | Important (4/4)                  | Large (3/4) | Permanent (4/4)  | Irréversible (3/4)               | Certaine (3/4) | Négatif                                 | Elevé (17/20)   |
| E-2   | Déforestation, réduction du taux de régénération, difficulté de survie des peuplements et réduction de l'aire de répartition spécifiques | Important (4/4)                  | Large (4/4) | Permanente (4/4) | Irréversible (3/4)               | Certaine (4/4) | Négatif                                 | Elevé (19/20)   |
| UVC-1 | Création d'ouvertures dans les formations végétales  | Important (4/4)                  | Large (4/4) | Permanente (4/4) | Irréversible (4/4)               | Certaine (4/4) | Négatif                                 | Elevé (20/20)   |
| UVC-2 | Déforestations massives après coupe des bois précieux  | Important (4/4)                  | Large (4/4) | Permanente (4/4) | Irréversible (4/4)               | Certaine (4/4) | Négatif                                 | Elevé (20/20)   |
| UVC-3 | Développement des espèces invasives dans les ouvertures  | Significatif (3/4)               | Large (3/4) | Permanente (4/4) | Irréversible à moyen terme (3/4) | Probable (3/4) | Négatif                                 | Elevé (16/20)   |
| UVC-4 | Détérioration de la composition floristique et faunistique des formations végétales clés   | Significatif (3/4)               | Large (3/4) | Permanente (4/4) | Irréversible à moyen terme (3/4) | Probable (2/4) | Négatif                                 | Elevé (15/20)   |
| H-1   | Déforestations massives après coupe des bois précieux  | Significatif (2/4)               | Large (3/4) | Permanente (4/4) | Irréversible (4/4)               | Probable (2/4) | Négatif                                 | Elevé (15/20)   |
| H-5   | Développement des phénomènes d'érosion massive   | Significatif (3/4)               | Large (3/4) | Permanente (4/4) | Irréversible (4/4)               | Probable (2/4) | Négatif                                 | Elevé (16/20)   |

E : Espèces ; UVC : Unités de végétations clés ; H : Habitat



**III. 7. 3. Mesures spécifiques proposées**

**III. 7. 3. 1. Les mesures proposées**

Nous proposons les mesures ci-après afin d’atteindre les objectifs fixés dans ce plan de gestion :

- Adopter la loi d’interdiction permanente sur l’exploitation des bois de *Dalbergia* et *Diospyros* de Madagascar
- Intégration les espèces appartenant aux genres *Dalbergia* et *Diospyros* de Madagascar dans l’annexe II de la CITES,
- Assurer l’application des textes réglementaires régissant les bois précieux et l’exploitation forestière à Madagascar,
- Adopter des programmes de suivi écologiques participatifs dans les parcs nationaux de Madagascar afin de recenser et géolocaliser les bois précieux restants en vue d’une protection stricte,
- Intégrer les communautés locales dans les programmes de suivi écologiques,
- Initier des programmes de restauration afin de protéger les habitats touchés par la coupe sélective et par la culture sur abbatris-brûlis,
- Continuer les programmes de surveillance des autres types d’unités de végétation en combinant l’analyse des images obtenues par télédétection avec des observations écologiques et floristiques sur le terrain.
- Favoriser les mécanismes visant la cohérence des efforts entrepris et la capitalisation des acquis des projets relatifs à la gestion durable des ressources naturelles.

**III. 7. 3. 2. Analyse FFOM des mesures proposées**

Nous présentons ici une analyse des forces, des faiblesses, des opportunités et des menaces (FFOM) concernant les mesures proposées (Tableau 37)

**Tableau 37 : Analyse FFOM des mesures proposées**

|   |   |
|---|---|
| <p><b>-Loi d’interdiction permanente sur l’exploitation des bois de <i>Dalbergia</i> et <i>Diospyros</i> de Madagascar,</b><br/> <b>-Application des textes réglementaires régissant les bois précieux et l’exploitation forestière à Madagascar,</b></p>                           |   |
| <p><b>FORCES</b></p> <p>-Eradication totale de l’exploitation des bois précieux de Madagascar,<br/>                 -L’interdiction permanente de l’exploitation évitera la confusion et le mal compréhension des textes réglementaires,</p>  | <p><b>FAIBLESSES</b></p> <p>-L’interdiction permanente dépendra de la volonté politique des législateurs qui pourraient être motivés par la haute valeur marchande de ces bois,<br/>                 -Les textes en vigueurs sont mal compris par les agences responsables de leurs applications,</p> |
| <p><b>OPPORTUNITES</b></p> <p>-Réduction des déforestations et de dégradation des formations végétales par interdiction de coupe des bois,<br/>                 -Anéantissement de la corruption<br/>                 -Désincitation des locaux dans la coupe des bois précieux</p> | <p><b>MENACES</b></p> <p>-La loi pourrait contenir des cas d’exceptions pouvant l’affaiblir et l’anéantir en pratique,<br/>                 -La non-rédaction de textes en malgache risquerait la divergence de compréhension des textes</p>  |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>- Adopter des programmes de suivi écologiques participatifs dans les parcs nationaux de Madagascar,</b><br/> <b>- Intégrer les bois précieux dans les programmes de suivi écologique participatifs,</b><br/> <b>- Intégrer les communautés locales dans les programmes de suivi écologiques,</b></p> |  |
| <b>FORCES</b>  | <b>FAIBLESSES</b>  |
| <p>-Géolocalisation des individus semenciers et régénérés<br/>                 -Suivi de l'évolution des défriches causés par les coupes de bois précieux<br/>                 -Intégration des communautés locales de base dans la gestion rationnelle des ressources forestières</p>                     | <p>-Géolocalisation peut amener une risque sur la possible exploitation des bois précieux dans le futur si la loi d'interdiction permanente n'est pas adoptée,<br/>                 -Coût élevé surtout s'il s'agit de visiter l'étendue des parcs nationaux</p> |
| <b>OPPORTUNITES</b>  | <b>MENACES</b>   |
| <p>-Possibilité de créer une base de données sur la distribution des bois précieux et sur l'ensemble des écosystèmes,</p>  | <p>-Possibilité de conflits au sein des communautés locales si les programmes de suivi n'intègrent pas tous les acteurs clés,</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>- Initier des programmes de restauration écologiques,</b></p>   |   |
| <b>FORCES</b>   | <b>FAIBLESSES</b>   |
| <p>-Eviter le défriches des habitats touchés par la coupe sélective des bois précieux,<br/>                 -Créer des alternatives pour les communautés locales de base dans la production de plants en pépinière,<br/>                 -Conscientisation des communautés sur la conservation des espèces et des habitats,</p> | <p>-Coût élevé surtout pour les formations largement touchées par l'exploitation,</p>                     |
| <b>OPPORTUNITES</b>   | <b>MENACES</b>  |
| <p>-Réduction des cultures sur abbatis-brûlis grâce aux activités de reboisements offerts aux riverains,</p>  | <p>-La non participation des acteurs-clés risquerait d'anéantir les efforts de restauration entrepris</p> |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>- Continuer les programmes de surveillance des autres types d'unités de végétation en combinant l'analyse des images obtenues par télédétection avec des observations écologiques et floristiques sur le terrain.</b></p>  |  |
| <b>FORCES</b>  | <b>FAIBLESSES</b>  |
| <p>-Evaluation quantitative des bois précieux,<br/>                 -Analyse de la distribution des bois précieux de Madagascar</p>  | <p>-Coût élevé surtout si on doit acheter les images satellites de haute résolution spatiale comme ceux de SPOT-5,</p> |
| <b>OPPORTUNITES</b>  | <b>MENACES</b>   |
| <p>-Suivi écologique participatif sur l'ensemble des écosystèmes et sur les espèces,<br/>                 -Analyse approfondie des différents types et sous-types de végétations de Madagascar,<br/>                 -Analyse de l'évolution de la couverture forestière de Madagascar avec des images de haute résolution spatiale,</p> | <p>-Difficultés de coordination avec les parcs nationaux</p>   |



Les mesures proposées ici feront l'objet d'une coordination entre les acteurs nationaux et régionaux et avec les insittutions clés.

**Tableau 38 : Plan de gestion**

| PRESSIONS/MENACES  | MESURES PROPOSEES   | INDICATEURS   | MOYEN DE MESURE  | RESPONSABLE  | CALENDRIER                                |
|--|---|---|--|--|---|
| <p>Déforestation, réduction du taux de régénération, difficulté de survie des peuplements et réduction de l'aire de répartition spécifiques</p> <p>Développement des espèces invasives dans les ouvertures</p> <p>Détérioration de la composition floristique et faunistique des formations végétales clés</p> <p>Développement des phénomènes d'érosions massives</p> | <p>-Loi d'interdiction permanente sur l'exploitation des bois de <i>Dalbergia</i> et <i>Diospyros</i> de Madagascar,</p> <p>-Application des textes réglementaires régissant les bois précieux et l'exploitation forestière à Madagascar,</p>   | <p>- Loi adoptée</p> <p>- Identification et recensement des textes réglementaires</p>                               | <p>- Observation</p> <p>-Recensement,</p> <p>- Constat</p> | <p>Organes et agences gouvernementaux et législatifs</p> | <p>Dans les prochains six mois</p>        |
| <p>Déforestation, réduction du taux de régénération, difficulté de survie des peuplements et réduction de l'aire de répartition spécifiques</p> <p>Développement des espèces invasives dans les ouvertures</p> <p>Détérioration de la composition floristique et faunistique des formations végétales clés</p> <p>Développement des phénomènes d'érosions massives</p> | <p>- Adopter des programmes de suivi écologiques participatifs (SEP) dans les parcs nationaux de Madagascar,</p> <p>- Intégrer les bois précieux dans les programmes de suivi écologique participatifs (SEP),</p> <p>- Intégrer les communautés locales dans les programmes de suivi écologiques (SEP),</p> | <p>- SEP adoptée</p> <p>- Intégration des bois précieux dans le SEP</p> <p>- Nombre de participants dans le SEP</p> | <p>- Observation</p> <p>- Comptage</p>                     | <p>Gestionnaires de parcs</p>                            | <p>Deux fois par an par zone concerné</p> |

|  |  |   |                  |   |  |
|--|--|---|------------------|---|--|
| <p>Déforestation, réduction du taux de régénération, difficulté de survie des peuplements et réduction de l'aire de répartition spécifiques</p> <p>Développement des espèces invasives dans les ouvertures</p> <p>Détérioration de la composition floristique et faunistique des formations végétales clés</p> <p>Développement des phénomènes d'érosions massives</p> | <p>- Initier des programmes de restauration écologiques,</p>   | <p>- Nombre de parcs concernés</p> <p>- Surface restaurée</p> | <p>-Comptage</p> | <p>Gestionnaires et promoteurs de parcs</p> | <p>-Restauration écologique annuel</p> |
| <p>Déforestation, réduction du taux de régénération, difficulté de survie des peuplements et réduction de l'aire de répartition spécifiques</p> <p>Développement des espèces invasives dans les ouvertures</p> <p>Détérioration de la composition floristique et faunistique des formations végétales clés</p> <p>Développement des phénomènes d'érosions massives</p> | <p>- Continuer les programmes de surveillance des autres types d'unités de végétation en combinant l'analyse des images obtenues par télédétection avec des observations écologiques et floristiques sur le terrain.</p> | <p>- Nombre de parcs concernés</p>                            | <p>-Comptage</p> | <p>Bureau d'études spécialisées</p>         | <p>Au moins une fois par an</p>        |

**PROBLEMES RENCONTRES LORS DE LA REALISATION DE CETTE ETUDE**

Nous avons eu beaucoup de difficultés pour trouver des images satellitaires de haute résolution et la couverture nuageuse importante lors de la prise des images constituent un facteur important de blocage pour la réalisation de ce projet. Toutes les images ont été réunies seulement 10 mois après le début du projet grâce à des dons gracieux venant des partenaires du Département. Par ailleurs, aucune image de haute résolution n'est disponible pour achat à Antananarivo. Or, l'analyse des images était un préalable avant de pouvoir effectuer les descentes sur terrain. Trois techniques de traitement d'images à haute résolution ont été essayées : supervisé, non supervisé et orienté objet. Après plusieurs essais, le traitement « orienté objet » a été retenu. Le choix d'un traitement donnant une plus grande fiabilité nous a demandé beaucoup de temps et a perturbé le chronogramme établi.

L'impact de catastrophes naturelles telles que les cyclones caractérisés par des inondations et des crues importantes a rendu les zones d'inventaire inaccessibles surtout en saison des pluies. La majorité des parcelles d'inventaire se trouvent dans des zones à accès difficile.

Dans toutes les régions de Madagascar, où l'exploitation illicite de bois précieux se fait à l'intérieur des Aires Protégées, l'insécurité permanente a réduit l'accès à certains sites.

La crise politique à Madagascar qui perdure est à l'origine de l'insécurité dans toute l'île. Elle constitue l'un des principaux facteurs de blocage de la réalisation de ce projet. Certaines zones d'inventaires étant devenues totalement inaccessibles à cause d'une insécurité permanente.

L'obtention d'une autorisation de recherche dans les Aires Protégées est une procédure administrative longue (Ceci demande 2 à 3 mois et parfois même indéfini). Cette lenteur administrative dérangé le chronogramme établi.

Ces différentes raisons ont sérieusement perturbé notre planning de travail, en particulier le calendrier défini pour l'étude *in situ* des zones écofloristiques. Seulement 8 sites sur les 15 prévus au départ ont pu être visités.

Nous n'avons pas réclamé la deuxième tranche du budget car (1) nous avons économisé les fonds destinés à l'achat d'images de haute résolution et (2) le temps qui restait ne permettait plus de terminer tous les travaux de terrain prévus.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les espèces de bois précieux malgaches font l'objet d'exploitation irrationnelle depuis des années pour satisfaire les besoins en bois d'œuvre. Des mesures de gestion doivent être prises pour assurer leur pérennité et leur conservation. Cette finalité ne sera atteinte que par l'acquisition de différentes données scientifiques sur ces espèces d'où l'intérêt de cette étude.

Cette étude qui a porté sur la conception de méthodes de quantification de bois sur pied en vue d'une gestion durable a permis d'évaluer les potentiels disponibles en bois précieux dans des forêts situées en dehors et à l'intérieur des Aires protégées. Elle a aussi permis de compléter les informations biologiques et écologiques sur les espèces de bois précieux les plus commercialisés de Madagascar

Huit zones d'étude appartenant à 3 zones écofloristiques différentes ont été inventoriées. Ceci a nécessité des études cartographiques poussées basées sur des interprétations des images satellites récentes suivies de travaux d'inventaires des espèces de bois précieux présentes (vérité terrain).

Les études effectuées ont permis de démontrer la possibilité d'utilisation d'une méthode cartographique pour l'estimation des potentiels en bois en utilisant une approche « Orienté Objet ».

Les résultats obtenus sur les caractéristiques bioécologiques des espèces inventoriées ont permis de déterminer les états de santé des populations existantes. Sur les 37 espèces étudiées (13 espèces de *Dalbergia* et 24 espèces de *Diospyros*), seules les populations de 5 espèces de *Diospyros* présentent un bon état général. La plupart des espèces ne disposent pas d'individus de régénération. Les risques de disparition de ces espèces sont très élevés.

Durant notre investigation sur terrain, de nombreuses formes d'exploitation comme les coupes sélectives, la culture sur brûlis, le charbonnage ont été observées, diminuant ainsi la disponibilité en stock de bois dans la nature. S

Cette étude est, cependant, loin d'être complète. Ce qui nous incite à formuler d'autres perspectives de recherche pour combler les lacunes constatées.

Les investigations sont à élargir dans les zones non encore étudiées et qui ont été prévues dans le cadre de cette étude.

Il a été signalé que la validation de cette méthode de télédétection sur la quantification des bois précieux est surtout effectuée au niveau des parcelles, des unités de végétation et des zones éco-floristiques. L'application de cette méthode au niveau de chaque espèce n'a jamais été entamée à Madagascar. L'identification par la méthode de télédétection des espèces de bois précieux, au moins pour les espèces de canopée, permettra d'affiner encore plus l'évaluation de la quantité de bois exploitables par espèce. Il est donc souhaitable d'appliquer cette méthode de quantification au niveau de l'espèce.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Andriambanona, R., Isle de Beauchaine, C., Lefèvre, B., Rasamoelina, M., 2001. Etude de la filière *Dalbergia sp* (palissandre) à Madagascar. Tome 1 : Etude socio-économique de la filière. FOFIFA.ESSA Forêts.CIRAD.DGEF ,73p.
- Andriambanona R.L.D., 2001. Analyse de la filière palissandre (*Dalbergia sp.*) dans les régions de Mahajanga et de Morondava. Mémoire de Fin d'Etude, ESSA Forêt : 150p
- Association RENIALA, WWF, DBEV. 2009. Document d'appui de résolution pour la gestion appropriée et la valorisation rationnelle des bois précieux de Madagascar : Cas de *Dalbergia spp.* *Diospyros spp.*
- Autorité Scientifique Flore, 2010. Proposition d'intégration des espèces de bois précieux de Madagascar dans l'annexe III de la CITES : *Dalbergia spp.* et *Diospyros spp.* Rapport technique final, Mai 2010.
- Ballet J. & Rahaga N., 2009. Rapport pour le compte du PGM-E/GTZ
- Bertrand A., Montagne P. & Karsenty A., 2006 . L'Etat et la gestion durable des forêts en Afrique francophone et à Madagascar. Paris. L'harmattan. 471p.
- Bertrand A., Montagne P. & Karsenty A., 2006. Forêts tropicales et mondialisation. Les mutations des politiques forestières en Afrique francophone et à Madagascar.Paris.L'harmattan. 486p.
- Bloch I., Maitre H., 1994. Fusion de données en traitement d'images : modèles d'information et décisions. *Traitement du Signal 11(6):435-446.*
- Bossier J. & Rabevohitra R., 2005. Espèces nouvelles dans le genre *Dalbergia* (Fabaceae, Papilionoideae) à Madagascar. *Adansonia*, 27 (2) : 209-216
- DBEV, Autorité Scientifique CITES Flore, WWF. 2010. Evaluation écologique de quelques espèces de bois précieux les plus commercialisées à Madagascar (bois d'ébène, bois de rose, palissandre).97p.
- Debois R., 2009. La fièvre de l'or rouge saigne la forêt malgache. *Univers Maoré*, 13: 8-15.
- Dupuy D.J., Labat J.N., Rabevohitra R., Villiers J.F., Bossier J. & Morat J., 2002. The Leguminosae of Madagascar. Royal Botanic Garden Kew : 737p
- Faramalala M.H., 1988. *Etude de la végétation de Madagascar à l'aide des données spatiales.*Thèse de Doctorat d'état. Université Paul Sabatier de Toulouse : 167 p.
- Faramalala, M. et C. Rajeriarison (1999). Nomenclature des formations végétales de Madagascar. Antananarivo, ANGAP: 43p.

- Global witness and the Environmental Investigation Agency & Inc. (US), 2009. Investigation into the illegal felling, Transport and export of precious wood in Sava region Madagascar : 48p
- Gueneau P., 1971. Bois et essences malgaches : possibilités d'emploi. Antananarivo, Centre technique et Forestier Tropical.48p.
- Guillerme M., 2001. Etude de la filière *Dalbergia sp* (palissandre) à Madagascar. Mémoire d'Ingéniorat de l'Ecole Supérieure de Bois de Nantes : 80p.
- IUCN, 2011. Red List Categories and Criteria, Version 3.1.
- Leveau A, Rakotoaridera R.,2001. La filière bois d'œuvre dans le Menabe. Mémoire de fin d'études CNEARC, Montpellier : 68p.
- Lough R., 2009. Madagascar accused of profiting from illegal timber. Reuters 3 October 2009.
- Ministère de l'Environnement et des Forêts, 2010. Décret N°2010-141 Portant interdiction de coupe, d'exploitation de bois de rose et bois d'ébène à Madagascar.
- Mustoe S. H., Capper D. R., Lowen J. C., Leadley J. D. & Rakotomalala D., 1998. Zombitse-Vohibasia : a new national park in south-west Madagascar. *Bulletin of the African Bird Club*, 5: 39-45.
- Nicoll M. E. & Langrand O., 1989. Madagascar : Revue de la conservation des aires protégées. WWF, Gland, Switzerland.
- Normand D., 1988. A propos des bois de rose de Madagascar. *Bois et Forêts des tropiques*, n°217 : 89-94
- Patel E.R., 2007. Logging of rare Rosewood and Palissandre (*Dalbergia spp.*) within Marojejy National Park, Madagascar. *Madagascar Conservation & Development*, 2 (1) : 11-16.
- Rabevohitra R, 2010. Rapport final sur l'inventaire des bois de rose dans le Parc National Masoala. FOFIFA DRFP. 35p
- Rakotondramanga F.S., 2002. Etude de la filière bois de rose, utilisation dans l'exportation et dans l'artisanat de Madagascar. Mémoire de Fin d'Etude, ESSA Forêt Antananarivo : 111p
- Rasamoelina M.S., 2001. Etude et analyse de la filière palissandre (Exportation). Mémoire de Fin d'Etude, ESSA Forêt Antananarivo : 155p
- Razafimamonjy N., 2011. Dynamique des populations de trois espèces de *Dalbergia* (*Dalbergia chlorocarpa* Viguiet, *Dalbergia lemurica* Bosser& Rabev.R., *Dalbergia*

*purpurascens* Baillon) dans la forêt dense sèche de Kirindy Morondava. Thèse de Doctorat en Sciences de la Vie, Université d'Antananarivo : 125p.

-Razafitsalama A.A.M., 2001. Valorisation de la filière palissandre dans les provinces d'Antsiranana et de Toamasina. Mémoire de Fin d'Etude, ESSA Forêt Antananarivo : 104p

-Schuurman D., 2009. Illegal logging of rosewood in the rainforests of northeast Madagascar. *TRAFFIC Bulletin*, 22(2) : 49.

-Schuurman D. & Lowry II P. P., 2009. The Madagascar rosewood massacre. *Madagascar Conservation & Development*, 4(2) : 98-102. (and Supplementary Material)

-Sparfel L., Gourmelon F., Le Berre I., 2008. Approche orientée –objet de l'occupation des sols en zone côtières. *Revue Télédétection* 8 (4) :237-256.

-Stasse A., 2001. La filière bois de rose. Région d'Antalaha – Nord-est de Madagascar. Unpublished Master's Thesis, Université de Montpellier, France.

-Wilmé L., Schuurman D., Lowry II P. P. & Raven P. H., 2009. Precious trees pay off - But who pays?



**PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES**



1- Individu de régénération de *Dalbergia baroni*

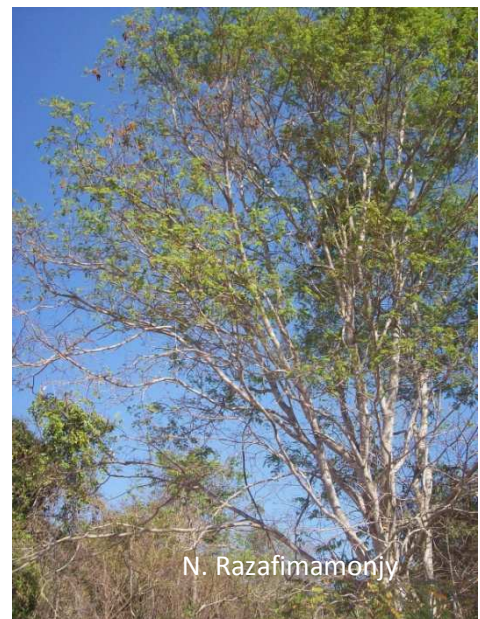


2- Souche de *Dalbergia greveana* coupée

3- Branches de *Diospyros aculeata*



4- Bois coupé



5- *Dalbergia trichocarpa* sur pied