



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ᑭᑭᑭᑭᑭᑭᑭᑭ
ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
ᑭᑭᑭᑭᑭᑭᑭᑭ
DEPARTEMENT DES EAUX ET FORETS

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
DIPLOME D'ETUDE APPROFONDIE

**SUIVI DE L'EVOLUTION DU FEU DANS LE CORRIDOR
FORESTIER RANOMAFANA-ANDRINGITRA-IVOHIBE ET SON
IMPACT SUR LA VEGETATION : CAS DE NAMOLY**



Présenté par :

RANDRIANASOLO Harinoro Eric

Soutenu le 18 mars 2013

Devant les membres de jury :

Président : Professeur RAKOTOZANDRINY Jean de Neupomuscène

Rapporteur : Docteur RAZAFY FARA Lala

Examineurs :

Docteur RABEMANANJARA Zo

Docteur RANDRIAMALALA Ramarolanonana Josoa

REMERCIEMENTS

J'adresse mes sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Ainsi je suis profondément reconnaissant envers :

- Professeur RAKOTOZANDRINY Jean de Neupomuscène, Président du troisième cycle, qui malgré ses innombrables occupations, a bien voulu présider la soutenance de ce mémoire de fin d'étude. Qu'il accepte l'expression de ma profonde gratitude.

- Docteur RAZAFY FARA Lala, Enseignante à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, encadreur de ce mémoire de fin d'étude, qui malgré ses rôles multiples et contraignants n'a pas cessé de nous aider et de nous donner de précieux conseils pendant toute la durée de ce travail. Qu'elle sache combien j'ai apprécié ses directives.

- Docteur RABEMANANJARA Zo, Enseignant à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, qui malgré ses innombrables occupations, a accepté de siéger parmi les membres du jury de cette soutenance. Qu'il soit assuré de notre sincère reconnaissance.

- Professeur RANDRIAMALALA Ramarolanonana Josoa Enseignant à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, qui malgré ses innombrables responsabilités, bien voulu examiner et juger ce travail. Qu'il retrouve ici l'expression de ma grande satisfaction.

Je tiens également à adresser mes vifs remerciements :

- A tous les enseignants de l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques qui ont apporté leurs contributions pour nous faire bénéficier d'une formation de qualité durant les sept années d'études au sein de l'établissement.

- Au programme CI (Conservation internationale) pour ses appuis financiers, matériels et techniques qui nous ont permis de réaliser ce travail.

- *Aux personnels du MNP (Madagascar National Parc) Fianarantsoa, Ambalavao et Andringitra, de la DREF Fianarantsoa et du Cantonnement Forestière Ambalavao pour leurs aides considérables pendant ma recherche bibliographique à Fianarantsoa et Ambalavao.*

- *Aux populations de Namoly qui ont contribué efficacement à l'accomplissement des missions sur terrains.*

- *Aux personnels du MNP qui m'ont accueilli et aidé tout au long de mon séjour à Ambalavao.*

- *A mes amis et à tous ce qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

- *A toute ma famille qui n'a pas cessé de me soutenir durant mes années d'études et surtout pendant l'élaboration de ce mémoire.*

Qu'ils trouvent ici mes remerciements les plus chaleureux.

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|------|
| REMERCIEMENTS | i |
| RESUME..... | vi |
| FAMINTINANA..... | vii |
| ABSTRACT | viii |
| LISTE DES CARTES | ix |
| LISTE DES FIGURES | x |
| LISTE DES TABLEAUX | xi |
| LISTE DES ANNEXES | xii |
| INTRODUCTION..... | 1 |
| Partie II : METHODOLOGIE | 4 |
| 1. Problématique..... | 4 |
| 2. Hypothèse | 4 |
| 3. Reconnaissance..... | 7 |
| 4. Enquête | 7 |
| 5. Etude cartographique..... | 7 |
| 5.1 Collecte de donnée..... | 8 |
| 5.1.1 Interprétation préliminaire..... | 8 |
| 5.1.2 Elaboration des précartes..... | 8 |
| 5.1.3 Recoupement de l'interprétation préliminaire..... | 8 |
| 5.1.4 Observation..... | 8 |
| 5.1.5 Moyen humain et matériel..... | 9 |
| 5.1.6 Données disponibles..... | 9 |
| 5.2 Traitement des données cartographiques..... | 9 |
| 5.2.1 Préparation des données | 9 |
| 5.2.2 Elaboration du fond de carte..... | 9 |
| 5.2.3 Elaboration des cartes de suivi et comptage des feux | 10 |
| 5.2.4 Elaboration du carte de risque de feu | 11 |
| 5.2.5 Elaboration des cartes d'occupation du sol | 12 |
| 5.2.6 Habillage des données | 12 |
| 6 Inventaire floristique | 12 |
| 6.1 Dispositif d'inventaire | 12 |
| 6.2 Unité d'échantillonnage | 13 |
| 6.3 Analyse sylvicole..... | 15 |
| 6.3.1 Structure floristique | 15 |
| 6.3.2 Structure verticale..... | 15 |
| 6.3.3 Structure horizontale | 16 |
| 6.3.4 Traitement des résultats | 17 |
| 6.3.5 Analyse en composantes principales (ACP)..... | 17 |
| 6.3.5 Analyse de variance..... | 17 |
| 7 Suivi de l'évolution de la prairie du plateau d'Andohariana..... | 17 |
| 7.1 Unité d'échantillonnage..... | 18 |
| 7.2 Analyse de donnée..... | 18 |
| Partie III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS | 19 |
| 1. Feu de végétation..... | 19 |
| 1.1 Définition du feu de végétation | 19 |
| 1.2 Type et cause de feu de végétation dans la zone d'étude | 19 |
| 1.2.1 Feux de pâturage..... | 19 |
| 1.2.2 Feux de nettoyage et de défrichement | 20 |
| 1.2.3 Feux criminels | 21 |

| | |
|--|----|
| 1.2.4 Feux liés aux problèmes fonciers | 21 |
| 1.2.5 Protestation et Vengeance | 21 |
| 1.2.6 Feux liés à l'exploitation forestière | 22 |
| 1.2.7 Feux contre l'invasion des sauterelles | 22 |
| 1.2.8 Feux accidentelles | 22 |
| 1.2.9 Feux provoqué par les foudres | 24 |
| 1.3 Condition favorable au feu de brousse dans la zone d'étude | 24 |
| 1.3.1 Combustible..... | 24 |
| 1.3.2 Climat | 24 |
| 1.3.3 Pente | 26 |
| 1.4 Zone concernée par le feu de brousse dans la zone d'étude | 26 |
| 1.5 Période feu dans la zone d'étude | 28 |
| 1.5.1 Feu contre saison | 29 |
| 1.5.2 Feu précoce..... | 30 |
| 1.5.3 Feu tardif | 30 |
| 1.6 Evolution du feu de végétation dans la zone d'étude | 30 |
| 1.6.1 Evolution du feu de végétation dans le temps | 30 |
| 1.6.2 Répartition du feu de végétation dans l'espace | 32 |
| 2. Cartographie | 34 |
| 2.1 Clé d'interprétation..... | 34 |
| 2.2 Occupations du sol | 35 |
| 2.3 Evolution de la couverture végétale | 35 |
| 3. Evolution de la formation après le passage du feu | 38 |
| 3.1 Structure floristique | 38 |
| 3.1.1 Structure floristique de la formation intacte | 38 |
| 3.1.2 Structure floristique de la formation post-feu moins de 30 ans..... | 38 |
| 3.1.3 Structure floristique de la formation post-feu âgée plus de 30 ans | 39 |
| 3.2 Structure verticale..... | 40 |
| 3.2.1 Structure verticale de la formation intacte..... | 40 |
| 3.2.2 Structure verticale de la formation post-feu moins de 30 ans | 41 |
| 3.2.3 Structure verticale de la formation post-feu plus de 30 ans | 42 |
| 3.3 Structure horizontale | 44 |
| 3.3.1 Abondance | 44 |
| 3.3.2 Dominance..... | 44 |
| 3.3.3 Biovolume | 45 |
| 3.3.4 Structure totale..... | 46 |
| 3.4 Evolution de la formation post feu | 46 |
| 3.4.1 Résultat de l'Analyse en composante principale de la formation post feu..... | 46 |
| 3.4.2 Resultat de l'Analyse de variance de la formation post feu | 48 |
| 3.5 Evolution de la prairie après le passage du feu | 49 |
| Partie IV DISCUSSION ET RECOMMANDATION | 51 |
| 1. Discussion..... | 51 |
| 1.1 Discussion méthodologique..... | 51 |
| 1.1.1 Enquêtes | 51 |
| 1.1.2 Inventaire | 51 |
| 1.1.3 Etude cartographique..... | 51 |
| 1.2 Discussion du résultat..... | 52 |
| 1.2.1 Conséquence du feu sur la végétation et l'agriculture..... | 52 |
| 1.2.2 Discussion du résultat de l'enquête et de l'étude cartographique | 54 |
| 1.2.3 Discussion du résultat de l'inventaire..... | 55 |
| 2. Recommandations | 57 |

| | |
|---|------|
| 2.1 Réforme de la loi vers une mesure incitative | 57 |
| 2.2 Gestion locale | 58 |
| 2.2.1 Gestion locale du feu de végétation..... | 58 |
| 2.2.2 GELOSE..... | 58 |
| 2.3 Mesure préventive | 59 |
| 2.3.1 Sensibilisation..... | 59 |
| 2.3.2 Pare-feu..... | 60 |
| 2.3.3 Sécurité des biens et des personnes | 60 |
| 2.3.4 Sécurisation foncière | 61 |
| 2.3.5 Lutte sylvicole | 61 |
| 2.4 Mesures alternatives et d’accompagnement..... | 62 |
| 2.4.1 Renouvellement de pâturage | 62 |
| 2.4.2 Réduction de la dépendance à la ressource naturelle | 63 |
| 2.5 Suivi du feu de végétation | 63 |
| CONCLUSION | 64 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | I |
| ANNEXES | VIII |

RESUME

La collaboration entre l'ESSA/Forêts et la Conservation International a permis de réaliser le suivi de l'évolution du feu de végétation le corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe. L'étude a été menée dans la région de Namoly versant ouest du corridor. Cette étude a pour objectif de suivre l'évolution spatio-temporelle du feu dans la zone d'intervention. La méthodologie adoptée consiste à la combinaison de l'entretien avec les personnes ressources, de l'étude cartographique, de l'inventaire forestier et de l'observation générale.

Les résultats de l'enquête et de l'observation indiquent que le feu constitue un outil pour les paysans. Le feu est utilisé par la population locale pour l'aménagement des pâturages et des terrains de culture. Le feu constitue l'unique moyen de renouvellement de pâturage. Il est utilisé pour la préparation des terrains agricoles et pour éliminer les parasites. La population locale accorde au feu une valeur culturelle. Non seulement parce qu'il est une pratique ancestrale pratiquée depuis longtemps mais aussi parce qu'il est fortement lié à l'élevage de bovin. Néanmoins, l'impact du feu sur l'écologie, l'économie et sur le plan social est désastreux. Il provoque une perte de biodiversité et d'habitat. La répétition du feu provoque la dégradation des terres agricoles, la perte en espèces fourragères de valeur, la diminution de la potentialité écotouristique et la destruction des biens.

L'étude cartographique révèle que le feu fréquente surtout la partie ouest de la zone d'étude caractérisée par la dominance des savanes herbeuses et des formations monospécifiques de *Erica spp.*. Le risque de feu est élevé dans les zones situées sur des pentes fortes. La majorité des feux enregistrés sont des feux tardifs pratiqués pendant la saison sèche.

Quant à l'inventaire, la formation post feu de jeune âge est dominée par l'espèce pyrophyte *Erica floribunda*. Seules quelques espèces résistantes aux feux persistent après le passage du feu : *Bridelia tulasneana*, *Agauria salicifoli* et *Schefflera vantsilana*. La formation post feu âgée de moins de 30 ans a une tendance monostrate. L'abondance des individus de petite taille confère à la formation une potentialité de production et une dominance faible. La formation commence à se reconstituer après une conservation pendant plusieurs dizaines d'années. La diversité biologique commence à reprendre. Les espèces caractéristiques des formations denses humides de moyenne altitude se réinstallent. Les individus de grande taille commencent à être abondants et la biovolume s'améliore. La stratification s'améliore et reprend sa forme initiale.

En considérant le bien être de l'homme et la préservation de l'écosystème, les résultats du suivi de l'évolution du feu de brousse et de son impact sur la végétation ont permis de proposer une stratégie de lutte raisonnée contre le feu impliquant la population locale. La stratégie est basée sur l'établissement de l'environnement favorable à la gestion locale du feu de végétation et des ressources naturelles, la mise en place des mesures préventives, le développement de alternative à l'utilisation du feu et ainsi que la conception d'un système de suivi du feu de végétation.

Mots clés : *Doro tanety*, *afo* (Malagasy), feu de végétation, feu de brousse, Culture sur brulis, renouvellement du pâturage, Namoly, Sendrisoa, Andringitra, Ambalavao, Corridor forestier, Fianarantsoa, Madagascar, *fire* (English)

FAMINTINANA

Ny fiarahamiasa teo amin'ny ESSA/Forêts sy ny Conservation International dia nahafanana nanao ny fanarahamaso ny fivoran'ny doro tanety tao amin'ny Tandavanala Ranomafana-Andringitra-Ivohibe. Ny fikarohana dia natao tao Namoly faritra andrefan'ny tandavanala. Fomba fikarohana telo no natambatra tamin'izany dia ny fanadihadiana ny mpisehatra, ny fikarohana momba ny saritany, ny fitsirihana ny ala ary ny fanarahamaso ny manodidina.

Ny fanadihadiana mpisehatra sy ny fanarahamaso ny manodidina dia namoaka fa fitaovana ilain'ny tantsaha ny afo. Ampiasaina amin'ny fanajariana ny firaofan'ny omby sy toerampambolena izy. Ny doro tanety no hany fomba tokana fikarakarana ny toerana firaofan'ny omby. Ampiasaina amin'ny fanadiovana ny toeram-pambolena sy ho famongorana ny biby mpanimba ny voly ihany koa ny afo. Manana lanja eo amin'ny fiarahamonina ny afo satria sady fomba fanao mahazatra ny fampiasana azy no mifamatotra amin'ny fiopiana omby izay manana lanjany lehibe amin'ny fomba amampanao. Na izany aza dia goavana ny vogadratsin'ny afo amin'ny tontolo iainana sy ny fiainan'ny mponina. Miteraka fahapotehan'ny zavamananaina sy ny fonenanany ny afo. Ny fiverimberen'ny afo dia miteraka fahasimban'ny toerampambolena, ny toerana firaofan'ny omby, ny hatsaran'ny toerana fitsangatsanganana eny hatramin'ny fahasimban'ny fananan'olona.

Ny fandinihana ny saritany dia namoaka fa ny faritra andrefan'ny faritra niasana izay ahitana bozaka sy anjavidy (*Erica spp.*) no tena anjakan'ny afo. Ny fandalovan'ny afo dia ambony amin'ny toerana kisilasila. Ny akamaroan'ny afo dia miseho amin'ny maintany.

Mahakasika ny fitsirihana ny ala, ny faritr'ala avy nolalovan'ny afo vao vetivety dia anjakan'ny hazo *Erica floribunda*. Karazana hazo vitsivitsy mahazaka afo toy ny *Bridelia tulasneana*, *Agauria salicifoli* ary *Schefflera vantsilana* sisa mijoro. Manana firafitra tokana ny, anjakan'ny hazo madinika ary kely hadiry ny hazo amin'io karazan'ala io. Aorian'ny fiarovana mandritra ny ampolotaonany maro dia manomboka miverina ny endriky ny ala. Mihamaro ny karazankazo. Mihamiverina ny hazo mampiavaka ny ala mando amin'ny haavo antonony. Mihabetsaka koa ny hazo lehibe ka mitombo ny hadirin'ny ala. Mihatsara koa ny firafitry ny ala.

Amin'ny fitsinjovanana ny mahaso ny mponina sy ny faharetan'ny tontolo iainana, ny vokatry ny fikarohana momba ny fanarahamaso ny doro tanety sy ny fiatraikany amin'ny zavamaniry dia nahafana mandroso fomba mahomby hiadiana amin'ny doro tanety izay mampanray anjara ny vondron'olona ifotony. Izany fomba fiasa izany dia miainga amin'ny fampirisihana ny fitantan'ny vondron'olona ifotony ny afo sy ny zavaboary, amin'ny fisorohana ny afo, amin'ny fampihenana ny fiakinandoha amin'ny afo ary amin'ny fanaovana fanarahamaso ny afo.

ABSTRACT

The collaboration between International Conservation and supervised ESSA/Forests, permitted the realization of this study about the monitoring of the evolution of vegetation-fire in Ranomafana-Andringitra-Ivohibe forested corridor. The study is focused on the West-side of the forested corridor in Namoly. The goal of the study is to make a spatial and temporal follow up of vegetation fire within the region. The methodology is a combination of survey with key stakeholders, mapping analysis, forest inventories and general observation.

Survey and observation illustrated that fire is among the main tools used by farmer for managing the pasture and the plots for agricultures.. Though, for local population, fire is not only the only one way to renew pastures, but also used in the ground preparation and in order to eliminate parasites. Moreover, some of them believe that fire has cultural value because it was practiced by their ancestor and it has a link with zebu breeding. Nevertheless, fire impact on ecology, economy and social aspects is disastrous. It destroys biodiversities and habitat and decreases soil fertility. It often causes the loss of valuable species of pastures. And vegetation fire destroys ecotourism potentiality and goods.

Mapping analysis showered that vegetation fire occurs frequently in the Western part of study area characterized by predominance of grass land and monospecific formation of *Erica* spp. species. Fire risk is high within steep slopes area. Main registered fires are happening during dry season.

Forest inventories shown that, post fire young formation is dominated by *Erica floribunda* . a pyrophyll species few species remain after the fire is passing: *Bridelia tulasneana*, *Agauria salicifolia* and *Schefflera vantsilana*. Thet post fire vegetationless than 30 years becomes monostrate The abundance of small trees implies that the vegetation has a low potentiality and low basal area after ten years of preservation, vegetation start to be restored. And biological diversity reappears. The characteristic species of moist forest and mid altitude dense reinstall. Big trees become more and more abundant and their biovolume increase. Various stratification is coming and recover is their initial shape.

By considering development of human being and the ecosystem preservation, the out puts of this study, allow to propose a strategy to fight against the fire: establishment with the participation of local population. The strategy is based on the creation of enabling conditions for local management of vegetation fire and natural resources, setting preventive actions, and developing alternative measures for stopping fire as well as the development of monitoring system for vegetation fire.

LISTE DES CARTES

| | |
|--|---------|
| Carte 1 : Exposition au vent | 25 |
| Carte 2 : Carte de pente de la commune de Sendrisoa | 26 |
| Carte 3 : Répartition de la zone d'étude selon le risque de feu | 28 |
| Carte 4 : Localisation des foyers feux dans le district d'Ambalavao période 2001-2007..... | 32 |
| Carte 5 : Fréquence feu durant la période 2001-2007 | 33 |
| Carte 6 : Densité feu durant la période 2001-2007..... | 34 |
| Carte 7 : Occupation du sol de la commune de Sendrisoa en 2004..... | 36 |
| Carte 8 : Evolution de la couverture végétale..... | 37 |
| Carte 9 : Localisation de la zone d'étude | X |
| Carte 10 : Répartition des feux de brousse à Madagascar période 2001-2007..... | XXXI |
| Carte 11 : Localisation des pare-feux autour du parc National Andringitra..... | XXXVIII |
| Carte 12 : Infrastructure dans le Parc National Andringitra..... | XXXIX |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Emplacement des placettes des formations intactes | 13 |
| Figure 2 : Emplacement des placettes des formations post-feu..... | 13 |
| Figure 3: Compartiment des parcelles de la formation intacte..... | 13 |
| Figure 4: Compartiment des parcelles des formations postes feux | 14 |
| Figure 5 : Unité d'échantillonnage de la prairie altimontagne | 18 |
| Figure 6 : Moyenne du nombre de feu mensuel dans le district d'Ambalavao durant la période 2001-2007..... | 29 |
| Figure 7 : Relation entre l'évolution du feu, les facteurs climatique et l'état de siccité des combustibles | 29 |
| Figure 8 : Evolution du feu de végétation dans le district d'Ambalavao pendant 2001-2007 | 31 |
| Figure 9 : Occupation du sol dans commune de Sendrisoa en 2004 | 35 |
| Figure 10 : Répartition des tiges par classe de hauteur des formations intactes | 40 |
| Figure 11 : Profil structural et projection des houppiers de la formation intacte | 41 |
| Figure 12 : Répartition des tiges par classe de hauteur des formations post-feux moins de 30 ans..... | 42 |
| Figure 13 : Profil structural et projection des houppiers de la formation post-feu plus de 30ans..... | 42 |
| Figure 14 : Répartition des tiges par classe de hauteur des formations post-feux moins de 30ans..... | 43 |
| Figure 15 : Profil structural et projection horizontale de la formation post-feu moins de 30ans..... | 43 |
| Figure 16 : Abondance absolue des trois types de formation (individus/ha) | 44 |
| Figure 17 : Dominance absolue des trois types de formation (m ² /ha) | 45 |
| Figure 18 : Contenance des trois types de formation (m ³ /ha) | 45 |
| Figure 19 : Structure total (individus/ha) | 46 |
| Figure 20 : Cercle de corrélation et Projection des parcelles de l'ACP de la formation post- feu | 47 |
| Figure 21 : Cercle de corrélation et projection des parcelles de l'ACP du suivi écologique de la prairie..... | 49 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|-------|
| Tableau 1 : Méthodologie possible..... | 5 |
| Tableau 2: Méthodologie pour les hypothèses | 6 |
| Tableau 3 : Caractéristiques des données cartographiques | 9 |
| Tableau 4 : Niveau de risque de feu suivant le combustible | 11 |
| Tableau 5 : Classification de la zone d'étude suivant la pente..... | 11 |
| Tableau 6 : Paramètres relevés lors de l'inventaire | 14 |
| Tableau 7 : Risque de feu | 27 |
| Tableau 8 : Surface incendié pendant la période 2003-2005 | 31 |
| Tableau 9 : Clés de détermination | 35 |
| Tableau 10 : Occupation du sol 1999, 1999, 2004 | 36 |
| Tableau 11 : Evolution de la surface forestière dans la commune de Sendrisoa..... | 37 |
| Tableau 12 : Richesse floristique de la formation intacte | 38 |
| Tableau 13 : Richesse floristique de la formation post-feu âgée de moins de 30 ans | 39 |
| Tableau 14 : Richesse floristique de la formation post-feu âgée de plus de 30 ans | 40 |
| Tableau 15 : Résultat de l'ANOVA | 49 |
| Tableau 16 : Comparaison de la diversité floristique des formations | 56 |
| Tableau 17 : Nombre de tiges de diamètre supérieur à 10cm de quelques formations du corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe | 56 |
| Tableau 18 : Biovolume du fut des tiges de diamètre supérieur à 10cm e quelques formations du corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe..... | 57 |
| Tableau 19 : Donnée climatographique de Namoly (Station Antanifotsy 1996-1990)..... | XII |
| Tableau 20 : Effectif des bovins | XVI |
| Tableau 21 : Indice de richesse | XVII |
| Tableau 22 : Conduite d'élevage des troupeaux sans parcs | XIX |
| Tableau 23 : Surface de pâturage en fonction du tête de bovin dans le district d'Ambalavao en 2005 | XXXV |
| Tableau 24 : Délit de feu de végétation recensé dans la district d'Ambalavao..... | XXXVI |
| Tableau 25 : Carreaux surveillés en 2006 dans le parc National Andringitra..... | XXXIX |

LISTE DES ANNEXES

| | |
|--|--------|
| ANNEXE I : Liste des centres de documentations et d'informations visités..... | VIII |
| ANNEXE II : Présentation du milieu d'Etude | IX |
| ANNEXE III: Liste des plantes fourragères dans la forêt dans la zone d'étude | XX |
| ANNEXE IV : Liste des plantes fourragères dans les savanes et les bas-fonds | XX |
| ANNEXE V : Zone de pâturage par village | XX |
| ANNEXE VI : Résumé de la méthodologie..... | XXI |
| ANNEXE VII : Guide des questionnaires..... | XXII |
| ANNEXE VIII : Système de suivi satellitaire du feu..... | XXIII |
| ANNEXE IX : Exemple de points feux | XXIV |
| ANNEXE X : Fiche de relevé des points GPS | XXIV |
| ANNEXE XI : Fiche de relevé de l'inventaire forestier | XXIV |
| ANNEXE XII : Historique du feu de brousse | XXV |
| ANNEXE XIII : Discours d'Andrianampoinimerina (1787-1810)..... | XXVIII |
| ANNEXE XIV : Code des 305 articles à l'époque de RANAVALONA II..... | XXVIII |
| ANNEXE XV : Evolution du feu de brousse à Madagascar..... | XXVIII |
| ANNEXE XVI : Localisation générale du feu de brousse | XXX |
| ANNEXE XVII : Propagation du feu sur la pente | XXXI |
| ANNEXE XVIII : Nombre de foyer feu par commune dans le district d'Ambalavao durant la période 2001-2007 | XXXII |
| ANNEXE XIX : Lutte contre le feu de brousse dans la zone d'étude | XXXIII |
| ANNEXE XX : Fréquence et densité feu durant la période 2001-2007 | XLIII |
| ANNEXE XXI : Tableau du classement des communes dans le district d'Ambalavao suivant les feux de végétation durant la saison 2004-2005 | XLIV |
| ANNEXE XXII : Fiche de renseignement des gardiens bénévoles | XLIV |
| ANNEXE XXIII : Occupation du sol de la commune de Sedrisoa..... | XLV |
| ANNEXE XXIV : Liste des espèces recensées dans la zone d'étude | XLVI |
| ANNEXE XXV : Abondance relative des espèces de la formation intacte | XLVIII |
| ANNEXE XXVI : Abondance relative des espèces de la formation post-feu moins de 30 ans | L |
| ANNEXE XXVII : Abondance relative des espèces de la formation post-feu plus de 30 ans | LI |
| ANNEXE XXVIII : Nombre d'individus par classe de diamètre des trois types de formation | LII |
| ANNEXE XXIX : Dominance par classe de diamètre..... | LII |
| ANNEXE XXX : Biovolume par classe de diamètre..... | LIII |
| ANNEXE XXXI : Matrice de corrélation des formations post feu de l'analyse en composante principale de la formation post-feu..... | LIII |
| ANNEXE XXXII : Matrice de corrélation de l'analyse en composante principale de la prairie..... | LIV |
| ANNEXE XXXIII : Visiteur du Parc National Andringitra..... | LV |
| ANNEXE XXXIV : Caractéristiques des parcelles | LVI |
| ANNEXE XXXV : Points GPS..... | LXIII |
| ANNEXE XXXVI : Impact du feu de végétation | LXIV |
| ANNEXE XXXVII : Cadre logique de la recommandation | LXVII |
| ANNEXE XXXVIII : Planche Photographique | LXXI |

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Madagascar compte parmi les pays les plus riches en biodiversité. Le taux d'endémisme y est très élevé, plus de 78% des faune et flore Malgaches n'existent nulle part ailleurs (MEYERS *et al.*, 2000). Ce taux d'endémisme élevé a offert à Madagascar le sixième rang mondial en matière de biodiversité. C'est ainsi que le pays est classé parmi les « Hotspots » les plus importants de la planète (MITTERMEIER *et al.*, 1997). Pourtant, la grande île pleine de sanctuaire doit faire face à une dégradation environnementale importante. Le taux de déforestation est estimé à 110000 ha par an dans toute l'île (GREEN & SUSSMAN, 1990). L'analyse de l'évolution de la couverture végétale durant les périodes 1990-2000 et 2000-2005 a montré respectivement une déforestation annuelle de 0,82% et de 0,45% (DGEFT *et al.*, 2008 ; STEININGER *et al.*, 2001). L'érosion des sols emporte 1,6 tonnes/ha/an de terre arable et d'élément nutritif (ANAE, 2000). La destruction des écosystèmes forestiers est due aux pressions exercées par les activités humaines (RAKOTOARIJANA, 2007) comme les feux de végétation, la surexploitation des ressources forestières, le développement des infrastructures et l'introduction des espèces envahissantes. Ce phénomène est accentué par la pression démographique et la stagnation économique au niveau du pays (PRPV, 2001). Le feu de végétation joue un rôle considérable dans l'accélération de la dégradation des ressources forestières. Le feu de brousse menace chaque année l'ensemble du pays. Environ 20% de la forêt de la grande île sont ravagées par le feu et subissent des dégradations des sols successives (MASAHIRO, 2003). Le dégât occasionné par le feu de brousse est devenu une préoccupation nationale puisqu'il ne provoque pas seulement la destruction des ressources forestières et de l'agriculture mais accélère aussi le phénomène de changement climatique en dégageant des gaz à effet de serre.

De son intérêt biologique exceptionnel et des menaces reposant sur la biodiversité, le corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe a été reconnu prioritaire en matière de conservation (CMP, 2003 ; RABETALIANA *et al.*, 2003). Ce corridor figure parmi les sites de conservation ciblées dans le cadre de vision Durban (BLANC-PAMARD & RALAIVITA, 2004 ; CARRIERE-BUCHSENSCHUTZ, 2006 ; FREUDENBERGER & RAZANAJATOVO, 2007). Il a obtenu un statut de protection temporaire comme nouvelle aire protégée par l'arrêté Interministériel N°16071/2006 du 15 septembre 2006 (RAHARINOMENJANAHARY *et al.*, 2008). Le « corridor » forestier est une unité linéaire du paysage qui relie les blocs forestiers des trois aires protégées : Parc National de Ranomafana, Parc National d'Andringitra, et Réserve spéciale du Pic Ivohibe. Cette unité de paysage joue un rôle capital dans le maintien de l'écosystème. Il renferme une diversité exceptionnelle en faune et en flore et constitue ainsi une réserve génétique. De plus, le corridor assure la dispersion et le mélange des populations des grands blocs (GOODMAN & RAZAFINDRATSITA, 2001). Néanmoins, la forêt du corridor est particulièrement menacée par les activités anthropiques. En dépit de la protection de l'escarpement du versant Est, le niveau de dégradation du couloir forestier atteint 0,6% (DUFILS, 2003). L'usage des feux comme moyen de

nettoyage est encore fréquent dans ce corridor forestier. Par négligence, le feu peut entraîner la disparition de plusieurs centaines d'hectares de forêt. Le suivi du feu par satellite entre 1992 et 1997 indique une moyenne de 654 feux par an (CMP, 2003) dans le corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe. En plus des feux de brousse et des exploitations irrationnelles, l'insuffisance alimentaire accentue le défrichement de la couverture forestière par la pratique ancestrale du *tavy* ou culture sur brûlis (HUMBERT, 1927 ; PPNR, 1995 ; TURK, 1995). Ces phénomènes de dégradation sont aggravés par la croissance démographique dans la zone d'étude (RAZAFIMAMONJY, 1988).

La région de Namoly et ses environs jouit de valeurs exceptionnelles grâce à sa diversité spécifique, biologique et écologique unique au monde. Il présente une complexité écosystémique et un fort taux d'endémisme spécifique au niveau tant national que local (PETIT, 1971 ; NICOLL & LAGRANDE, 1989 ; ROGER *et al.*, 1996 ; GOODMAN et RASOLONANDRASANA, 1999). Malgré l'existence de l'aire Protégée depuis le premier quart de siècle et des transferts de gestion des ressources naturelles dans la région de Namoly, il n'a pas échappé aux atteintes anthropiques préjudiciables à ces ressources (RASOLOFOARINORO, 2000).

Face ces situations, le pouvoir a commencé à interdire les feux dans l'ensemble du territoire national depuis 1937 (BERTRAND, 1994). Pourtant, cette mesure de répression et d'exclusion s'avère inefficace face à des populations locales qui sont en dépendance des ressources forestières. En 2002, le décret 2002-793 a été décrété afin de mettre en place une mesure incitative. Il s'agit de l'orientation des investissements publics en faveur des communes où l'on constate les moins de forêts dégradées par les feux.

Dans le cadre de la protection des ressources forestières contre les menaces anthropiques, Madagascar a ratifié plusieurs conventions : la Convention sur la diversité biologique tenue à RIO en juin 1992 durant lequel plusieurs pays ont reconnu que la dégradation environnementale est devenue une préoccupation mondiale, la convention de RAMSAR tenue en Iran en février 1971 qui insiste sur la nécessité de conservation des systèmes des zones humides en une aménagement de ces ressources en vue d'une gestion durable ; La Convention Cadre des Nations unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et le Protocole de Kyoto qui ont conclu sur l'engagement à la réduction des gaz à effet de serre liée aux activités humaines.

Conscient de la dégradation des ressources forestières, le gouvernement Malagasy a pris une nouvelle initiative en décrétant la loi N° 90.033 du 21 décembre 1990 portant sur la Charte de l'Environnement Malagasy (MEC). Cette charte a pour objectif de lutter contre la dégradation environnementale, réconcilier l'homme avec son environnement et intégrer la politique de l'environnement dans le développement global du pays. Cette loi est mise en œuvre par le Plan d'Action Environnemental qui est répartie en trois phases. Le plan d'action a pour objectif de promouvoir le développement à travers l'utilisation durable des ressources naturelles et de conserver la biodiversité biologique à Madagascar pour le bénéfice des générations actuelles et futures (MINEEF, 2002).

Dans le cadre de la troisième phase du Programme Environnementale (PE III), le Ministère des Eaux et Forêts collabore avec la Conservation International, l'IRG et l'USAID dans la mise en place de système de suivi de feu dans ou autour des aires protégées et des zones à haute importance en biodiversité à Madagascar (CI et all, 2007).

Suite à divers processus menés conjointement par ces institutions, nous essayerons de contribuer à la lutte contre le feu dans le corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe en étudiant l'évolution des feux, sa cause et son impact sur l'écosystème forestier. L'objectif global de cette étude consiste à suivre l'évolution du feu dans le temps et dans l'espace dans la zone d'intervention. C'est ce qui nous pousse vers les objectifs spécifiques suivants :

- Connaître les causes du feu de végétation dans la zone d'étude ;
- Cartographier les zones ravagées par le feu ;
- Suivre la progression des feux dans la zone d'étude ;
- Déterminer les impacts du feu de végétation dans la zone d'étude ;
- Analyser la structure de la végétation après le passage de feu pour pouvoir les comparer à des formations intactes ;
- Identifier des espèces adaptées à la restauration des zones dégradées par le feu.

Ce travail de recherche comporte trois parties : la première partie explique la méthodologie, la deuxième partie développe les résultats de recherche, la troisième partie présente la discussion et la recommandation.

Partie II : METHODOLOGIE

Partie II : METHODOLOGIE

1. Problématique

Le feu constitue la principale source de dégradation des ressources naturelles de la grande île (RAJAOSON et *all*, 1995 ; BERTRAND et *all*, 1998). Le fléau n'est pas un phénomène nouveau. Il est déjà évoqué durant le 18ème siècle (Cf Discours d'Andrianampoinimerina en annexe XIII, et le Code des 305 articles à l'époque de RANAVALONA II en annexe XVI). La majorité des études sur le feu sont axées sur la source et l'utilisation du feu (VALEA, 2005). Pourtant la connaissance de l'évolution spatio-temporelle du feu et de la dynamique de la formation après le passage de ce fléau permet d'anticiper l'ampleur et l'intensité de l'incendie et de prendre des mesures pour minimiser les dégâts. Cette recherche a pour objectif d'étudier l'évolution du feu dans le temps et dans l'espace dans la zone d'intervention. Au cours de la recherche nous essayerons de répondre aux questions suivantes : Quelles sont les causes du feu de végétation dans la zone d'étude? Où se trouvent les zones les plus touchées par le feu ? Comment se manifeste-t-il ? Quels sont les impacts du feu de végétation ? Comment évolue la végétation après le passage du feu ? Quels sont les moyens efficaces pour lutter contre ces feux ?

2. Hypothèse

La finalité de cette étude consiste à développer des stratégies de restauration des zones dévastées par le feu dans la zone d'étude et de contribuer à la conservation des ressources forestières dans le corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe. Les hypothèses de travail sont :

Hypothèse 1 : Les pratiques paysannes liées à l'agriculture et l'élevage constituent la principale source de feu de végétation ;

Hypothèse 2 : Les essences qui colonisent les zones dégradées par le feu évoluent pendant le temps ;

Hypothèse 3 : La forêt dans la zone d'étude dispose des essences forestières résistant aux feux.

La méthodologie adoptée est la combinaison de l'enquête avec l'observation directe, le géomatique et l'inventaire forestier (Cf Annexe VIII). Les tableaux 1 et 2 montrent les méthodologies possibles pour chaque hypothèse.

Tableau 1 : Méthodologie possible

| Méthodologie | Choix possible |
|--|--|
| Enquête (RAMAMONJISOA, 1996) | <i>Enquête informelle</i> : il s'agit d'une discussion détendue entre l'enquêteur et l'enquêté, ce type d'enquête permet de récolter des informations générales sur le sujet de discussion. |
| | <i>Enquête formelle</i> : forme d'enquête où les questions sont canalisées sur un sujet bien déterminé, il exige de la part des enquêtés des réponses précises. |
| | <i>Enquête par questionnaire</i> : C'est une forme d'enquête dans laquelle les questionnaires sont arrangés de façon à prévoir les situations, il vise confirmer ou infirmer une hypothèse préalablement définie. |
| Inventaire (RANDRIANILANA, 2003) | <i>Inventaire par un échantillonnage aléatoire simple</i> : les unités d'échantillonnages que comporte la population ont une même probabilité d'être sélectionnées et elles sont prélevées indépendamment les uns des autres. |
| | <i>Inventaire par un échantillonnage aléatoire stratifié</i> : la formation est divisé en sous unités plus homogène appelées strates et sont sondés les uns indépendamment des autres. |
| | <i>Inventaire par un échantillonnage systématique</i> : les unités d'échantillonnages seront choisies suivant un schéma prédéterminé de façon à ce que l'échantillonnage recouvre l'ensemble de la formation de manière le plus uniforme possible. |
| | <i>Inventaire par un échantillonnage à plusieurs phases</i> : cette méthode consiste à estimer une variable principale en exploitant sa relation avec une autre variable auxiliaire. |
| | <i>Inventaire par un échantillonnage à plusieurs degrés</i> : il consiste à considérer qu'une population est constituée d'un ensemble d'unités d'échantillonnage (unités de premier degré), elle-même est aussi constituée d'un ensemble d'unités plus petites (unités du second degré) et ainsi de suite. |
| Suivi du feu de végétation | <i>Suivi satellitaire</i> : Se fait à travers des capteurs embarqués au niveau des satellites. Ces capteurs sont dotés d'un ou plusieurs canaux dans le visible et thermique qui permettent de détecter les sources de chaleur (VALEA, 2005). |
| | <i>Comptage direct</i> : Se fait par la localisation et la constatation du sinistre sur terrain |

Tableau 2: Méthodologie pour les hypothèses

| Hypothèse | Sous hypothèse | Indicateur | Moyen de vérification | Méthode |
|---|--|---|---|---|
| Les pratiques paysannes liées à l'agriculture et l'élevage constituent la principale source de feu de végétation | Les feux de renouvellement des pâturages entraînent des feux sauvages | <ul style="list-style-type: none"> - Origine des feux et sa propagation - Période de feu - Fréquence des feux - Densité feu | Etude de l'évolution des feux dans le temps et dans l'espace | <ul style="list-style-type: none"> - Entretien avec les anciens - Entretien avec les autorités administratives - Enquête et interview - Observation - Etude cartographique |
| | La pratique du <i>tavy</i> et le nettoyage des zones de culture provoquent des feux non contrôlés | <ul style="list-style-type: none"> - Origine des feux - Propagation des feux - Densité feu - Fréquence feu | Suivi de la progression des feux dans l'espace | <ul style="list-style-type: none"> - Entretien avec les anciens - Entretien avec les autorités administratives - Enquête et interview - Observation - Etude cartographique |
| Les essences qui colonisent les zones dégradées par le feu évoluent pendant le temps | Les essences pionniers préparent le milieu | <ul style="list-style-type: none"> - Richesse spécifique - Répartition des espèces au sein de la population | <ul style="list-style-type: none"> - Etude de la diversité floristique - Etude de l'historique de la formation | <ul style="list-style-type: none"> - Inventaire floristique - Observation - Interview avec les anciens |
| | Les essences héliophile du type nomade et les essences sciaphiles se reconstituent après l'installation de l'ambiance forestière | <ul style="list-style-type: none"> - Richesse spécifique - Répartition des espèces au sein de la population | <ul style="list-style-type: none"> - Etude de la diversité floristique - Etude de l'historique de la formation | <ul style="list-style-type: none"> - Inventaire floristique - Observation - Interview avec les anciens |
| La forêt dans la zone d'étude dispose des essences forestières résistant aux feux | Certaines espèces persistent après le passage du feu | Diversité spécifique après le passage du feu | Etude de la structure floristique après le passage du feu | <ul style="list-style-type: none"> - Inventaire forestier - Entretien avec les anciens |
| | La zone dévastée par le feu est favorable à l'installation des espèces pionnières | <ul style="list-style-type: none"> - Richesse spécifique de la formation durant la phase de reconstitution de la forêt - Espèces autochtones adaptées aux conditions dans la zone d'étude | <ul style="list-style-type: none"> - Etude floristique des formations durant leur phase de reconstitution - Etude des essaies de plantation existant dans la zone d'étude | <ul style="list-style-type: none"> - Inventaire forestier - Entretien avec les anciens - Observation |

3. Reconnaissance

La phase de reconnaissance s'est déroulée en deux phases : phase d'intégration et d'entretien et la phase de prospection dans la forêt. La première phase consiste à consulter les dirigeants locaux et les notables (Cantonement forestière, District, Président fokontany, les personnels du MNP, *Fagnahia* et les anciens). Ces derniers facilitent le déroulement de travaux dans la zone d'étude. L'entretien avec les personnes ressources permet d'affiner la méthodologie suivant le contexte sur terrain. Cette phase de reconnaissance est suivie de la prospection dans la forêt. Elle permet de marquer les formations post-feux et ensuite de stratifier les formations en fonction du passage du feu.

4. Enquête

Une enquête informelle a été menée au sein de la population locale et les différentes personnes ressources afin de récolter des informations concernant l'historique de la formation dans la zone d'intervention ; les causes, l'évolution, la fréquence et les impacts du feu de végétation ; les luttes contre les feux pratiqués par la population locale ; l'utilisation des ressources forestières par la population locale et la conduite d'élevage de bovin. Cette méthode d'enquête permet aux enquêtés de s'exprimer librement et de donner leurs perceptions et leurs impressions. L'enquête a été effectuée auprès des personnes ressources : district Ambalavao, Maire Sendrisoa et les personnalités de la mairie, Chef fokontany, *vaomieran'ny afo*¹, membre du comité de gestion des transferts de gestion, gardien bénévole, membre du comité de base du transfert de gestion, population non membre de VOI. Elle a été complétée par l'interview avec les parties prenantes dans la gestion des ressources naturelles et la lutte contre le feu de brousse : MNP, DREFT, Cantonement forestier, ERI, NY TANITSIKA. La guide d'enquête est représentée en annexe IX.

5. Etude cartographique

L'étude cartographique se déroule en plusieurs phases : la collecte de donnée, le traitement et analyse des bases de données et l'édition des données. La collecte de donnée est précédée de la valorisation des données cartographiques relative à la couverture végétale et à l'occupation de sol dans la zone d'étude. Etant donné que la numérisation requière de temps, la collaboration est encouragée pour éviter de renumériser les données déjà existantes.

La méthodologie adoptée consiste au suivi de l'évolution du feu et de l'occupation du sol par des images satellites et par les données satellitaires. Le choix de la méthode est à la fois technique et financier. Cette méthode correspond à des études à grande échelle ou au niveau régional. Elle permet aussi une étude répétitive dans le cadre de suivi du feu à un coût relativement intéressant.

¹ Comité au niveau de chaque village responsable du suivi et de la lutte contre le feu

5.1 Collecte de donnée

5.1.1 Interprétation préliminaire

Il s'agit d'une analyse visuelle de l'arrangement et de la disposition générale des objets sur les photos aériennes ou sur les images satellites (MOUCHARAF; 2006). L'interprétation préliminaire permet d'identifier un objet à l'aide d'un raisonnement, d'apprécier ses caractéristiques, de découvrir les zones dévastées par les feux et de ressortir une vue d'ensemble du paysage et de la formation.

5.1.2 Elaboration des précartes

La méthode utilisée consiste à interpréter visuellement les images satellites suivant les principes de la photo-interprétation. Les critères de reconnaissance des objets utilisés sont les textures (tailles, formes, tonalité, couleur, relief, position géographique etc...) et la structure (répartition spatiale) sur les photos ou les images. Les zones homogènes sont groupées et délimitées. Les cartes sont scannées et callées pour ressortir des cartes faciles à manipuler. La méthode est dictée par les données disponibles. Le traitement visuel correspond à des données disponibles sous forme de clichés imprimés. Par contre, les données disponibles en fichier raster sont traitées directement sur ordinateur. Les travaux sur ordinateur comportent plusieurs phases : la correction géométrique et radiométrique des images, le rehaussement des images par analyse de la texture de l'image, l'ajustement des images aux limites de la zone d'étude, la sélection et la construction des néo - canaux, la délimitation à l'écran des aires d'entraînement, le test de séparabilité, la classification des unités d'occupation, le filtrage et la vectorisation des résultats de la classification.

A partir des cartes élaborées, un échantillon de zone de travail représentant des zones dégradées par le feu est choisi pour effectuer les travaux de recoupement sur terrain. La précarte sert aussi d'outil base dans la stratification de la formation à étudier suivant l'état de la formation et l'abondance du feu.

5.1.3 Recoupement de l'interprétation préliminaire

Le recoupement sur terrain permet de reconnaître les objets non identifiés lors de l'interprétation préliminaire, de confronter et corriger les interprétations suivants les réalités sur terrain et de collecter un surplus d'informations indispensables. Le recoupement permet d'ajuster la précarte suivant la réalité sur terrain.

5.1.4 Observation

L'observation permet de récolter des informations sur la propagation du feu, l'évolution de la ressource forestière après passage du feu, l'état actuel de la ressource forestière, l'aspect de la dégradation de la ressource forestière et les types de formation existante. Les données récoltées servent à étoffer les bases de données liées au feu et à la ressource forestière dans la zone d'intervention. La méthode utilisée est la combinaison de l'observation générale sur un site permettant à une vision d'ensemble de la zone d'intervention avec la descente au cœur des

formations pour identifier certains détails. Les sites disposants de caractères particuliers et les villages ont été repérés à l'aide d'une GPS. La fiche de relevé GPS est représentée en annexe XII

5.1.5 Moyen humain et matériel

Les travaux sur terrain ont été menés avec des guides locaux qui connaissent parfaitement la zone d'étude et son historique. Ils sont de préférence des anciens ou des forestiers du village. Les matériels utilisés dans l'étude cartographique sont : carte topographie 1/50 000, images satellitaires, GPS, fiche de description, jumelle, boussole, chevillière, papier transparent, marqueur permanent, flag, crayon et ruban adhésif.

5.1.6 Données disponibles

Les données sont essentiellement constituées d'images satellites. Le tableau 3 indique les caractéristiques des données cartographiques.

Tableau 3 : Caractéristiques des données cartographiques

| | Image satellite 1990 | Image satellite 1999 | Image satellite 2004 | Carte topographie FTM 1/50000 ^{ème} | STRM | Points feux |
|--------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|--|------|--|
| Date d'acquisition | 07 avril 1990 | 17 octobre 1999 | 09 décembre 2004 | - | 2003 | 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 |
| Satellite | LANDSAT | | | - | - | - |
| Instrument | TM | | | - | - | - |
| Bandes | B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7 | | | - | - | - |

5.2 Traitement des données cartographiques

5.2.1 Préparation des données

Les données récoltées sont informatisées dans des logiciels SIG et de traitement d'image. Les logiciels ARCVIEW, ARCGIS et ERDAS ont été utilisés pour la saisie des données cartographiques et le traitement des données. Les données cartographiques sont numérisées ou rasterisées ou vectorisées dans les logiciels mentionnés ci-dessus. La numérisation consiste à enregistrer les coordonnées relatives des éléments d'une carte. Dans la rasterisation, les données sont transformées en mode raster. Cette mode est représentée par un ensemble de pixel de taille et de forme identiques. Chaque pixel est référencé en ligne et en colonne et est renvoyé à une valeur numérique.

Le logiciel ACCESS et surtout EXCEL sont utilisés pour classer les données sous forme de chiffres ou de textes liés aux couches d'information cartographique. La saisie des données sont suivi d'une vérification afin d'assurer la fiabilité des résultats.

5.2.2 Elaboration du fond de carte

Le fond de carte est utilisé comme un repérage géographique. Il est obtenu en superposant les couches de réseau hydrographique, les couches des routes et pistes, les couches des zones habitées et les couches des infrastructures.

5.2.3 Elaboration des cartes de suivi et comptage des feux

La carte du feu donne des informations sur la répartition des zones ravagées par le feu. Cette carte permet de classer chaque site dans la zone d'intervention suivant le risque de feu. La zone d'étude est répartie en fonction de la distribution et de la période du passage de feu. L'étude de deux ou plusieurs cartes en deux périodes distinctes informe sur l'évolution dans le temps du feu.

L'élaboration de cette carte et le comptage de feux sont réalisés à partir des données obtenues à travers des capteurs embarqués au niveau des satellites. Ces capteurs sont dotés de plusieurs canaux dans le visible et le thermique qui permettent de détecter les sources de chaleur (VALEA, 2005). Cette méthode donne une précision sur le temps de passage et la localisation exacte du feu. Les données sont numérisées et sont ensuite analysées sous ARCVIEW en vue de dégager la densité, la fréquence et la répartition des feux dans le temps et dans l'espace.

5.2.3.1 Format de donnée

La donnée détectée par le satellite est disponible sous forme de tableau de 9 colonnes après l'analyse des points et la transformation en coordonnée. Les colonnes représentent la latitude, longitude, le brightness, le scan, le track, la date, le time, le satellite, la confiance. La latitude et la longitude correspondent au positionnement du point de feu ; le brightness, le scan, le track sont les caractéristiques du capteur ; la date constitue le jour de prise de vue du point de feu ; le time est l'heure de prise de vue ; le satellite indique le type de capteur (terra ou aqua pour modis) et la confiance est la probabilité que l'évènement de feux soit vrai à un pourcentage précis. Dans le cadre de cette étude, la définition de VALEA (2005) a été considérée. Cet auteur considère comme feu tous les points ayant une confiance inférieure à 10. Pourtant, des recoupements ont été effectués sur l'existence ou non des feux sur les points ayant une confiance inférieure à 10.

5.2.3.2 Localisation des feux

La carte de localisation des feux donne des informations précises sur la position géographique des zones ravagées par les feux. Les données sur les feux sont enregistrées sous le format dbase IV pour qu'elles soient exploitables dans le logiciel ARCVIEW. Ces données sous formes de tableau sont projetées sur les fonds de carte dans ARCVIEW pour visualiser les emplacements des feux.

5.2.3.3 Densité des feux

La densité des feux indique le nombre de feu par unité de surface d'une entité administrative (commune, districts, régions, provinces). Elle renseigne sur la répartition spatiale du feu en fonction de la superficie administrative. Elle est obtenue par la formule suivante (VALEA, 2005) :

$$D = \frac{n_i}{s_i} \times 1000$$

n_i : nombre de points de feu dans la limite administrative
 s_i : surface de l'entité administrative (en ha)

5.2.3.4 Fréquence des feux

La fréquence montre le pourcentage de feu dans une entité administrative. Elle permet d'apprécier l'abondance du feu dans la commune étudiée par rapport à celle du district. Elle est calculée par la formule suivante :

$$F = \frac{n_i}{N_t} \times 100$$

n_i : nombre de points de feu dans la limite administrative

N_t : Nombre totale de feu

5.2.4 Elaboration du carte de risque de feu

La propagation des feux dépend des facteurs climatologiques et écologiques : le type de végétation et son état, la topographie et l'exposition au vent dominant. Diverses recherches montrent que le type de végétation et la topographie constituent les facteurs principaux favorisant la propagation du feu. L'élaboration de la carte de risque de feu est établit à partir de la répartition de la zone d'étude suivant ces facteurs.

5.2.4.1 Carte de végétation

Le risque de feu est lié au type et surtout l'état de la couverture végétale. Cette dernière fournit les matières organiques qui servent de combustible pour le feu. L'élaboration de carte de couverture végétale consiste à stratifier la zone d'étude suivant l'inflammabilité de la végétation. A cet effet, la zone d'étude dispose 5 types d'unité de couverture végétale (Cf tableau 4). L'étude des images LANDSAT 1990, 2000, 2004 permettent de suivre l'évolution de la couverture végétale dans le temps.

Tableau 4 : Niveau de risque de feu suivant le combustible

| Zones | Risque de feu |
|---------------------------------|---------------|
| Savane herbeuse | Très élevé |
| Formations d' <i>Erica spp.</i> | Elevé |
| Formations dégradées | Moyen |
| Formations denses | Faible |
| Rizière et rivière | Nul |

5.2.4.2 Carte de pente

La topographie intervient au feu en rapprochant le feu au combustible (VALEA, 2005). Les feux progressent très vite en montée car la pente favorise le préchauffage. La carte de pente est élaborée à partir du traitement de la MNT² sous les LOGICIEL ERDAS et ANALYST 3D. La zone d'étude est repartie en 4 zones suivant l'intensité de la pente (Cf tableau 5).

Tableau 5 : Classification de la zone d'étude suivant la pente

| Classe pente | Valeur de la pente (en %) | Risque de feu |
|--------------|---------------------------|---------------|
| Faible | 0-20 | Faible |
| Moyen | 20-40 | Moyen |
| Forte | 40-60 | Elevé |
| Très forte | 60-100 | Très élevé |

² Modèle numérique de terrain

5.2.4.3 Carte d'exposition

L'exposition a des effets sur la propagation des feux. Les zones situées dans le vent disposent une vitesse de propagation du feu élevé. La carte d'exposition est réalisée à partir de la MNT. Elle représente la répartition de la zone d'étude suivant l'exposition au vent dominant. L'alisé constitue le vent dominant dans la zone d'étude. Il souffle dans la direction Est vers Ouest et Sud-Est vers Nord-Ouest. A cet effet, les zones exposées dans les directions vers l'Est et vers le Sud-Est dispose un risque de propagation de feu élevé.

5.2.5 Elaboration des cartes d'occupation du sol

La carte d'occupation du sol servira d'outil au suivi de l'évolution de la couverture végétale. Il a pour but d'apprécier l'évolution de la couverture végétale après le passage du feu. L'observation des changements d'occupation du sol au cours du temps permet d'évaluer les risques et les enjeux de gestion des ressources naturelles et des territoires menacés par le feu.

5.2.6 Habillage des données

Les cartes obtenues après la phase de traitement des données sont uniformisées. Elles sont accompagnées par des informations nécessaires telles que le titre, la légende, l'indication du nord, le nom du réalisateur et la date d'édition.

6 Inventaire floristique

L'inventaire a pour but d'apprécier l'impact du passage du feu sur la végétation et son habitat et d'analyser la structure de la forêt ravagée par le feu afin de pouvoir les comparer avec les formations intactes.

6.1 Dispositif d'inventaire

La méthodologie adoptée est celle d'échantillonnage stratifié. Le choix de la méthode est à la fois technique et académique. Cette méthode fournit des estimations plus précises des paramètres de la formation (RANDRIANILANA, 2003). Elle permet aussi d'effectuer une étude comparative entre les différentes formes de formation ravagées par le feu et les formations intactes. L'inventaire proprement dit a été précédé d'une reconnaissance qui permet de stratifier les formations en fonction de la période de passage du feu, de son abondance et de l'état de la formation. Trois strates ont été identifiées lors de cette reconnaissance :

- Formation intacte ;
- Formation post-feu âgée plus de 30 ans ;
- Formation post-feu âgée moins de 30 ans.

Les parcelles ont été matérialisées dans les strates identifiées lors de la reconnaissance. Pour les formations intactes la distance entre les placettes est de 100m (figure 1). Mais pour les formations post feu l'emplacement des placettes a été effectué tous les 50m (figure 2). Ce dernier a été fixé pour avoir le maximum d'échantillon.

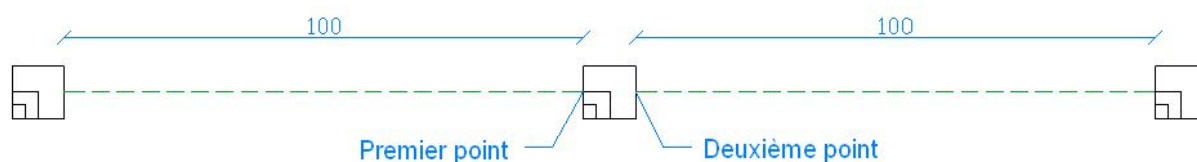


Figure 1 : Emplacement des placettes des formations intactes

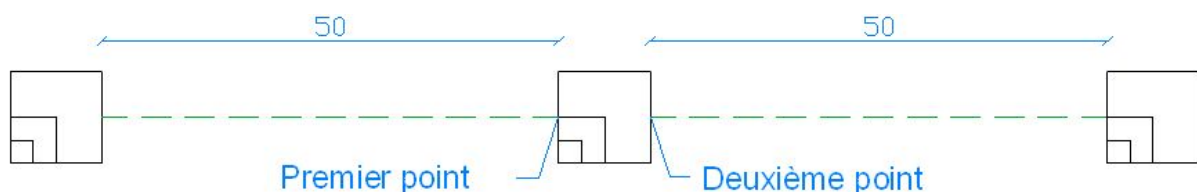


Figure 2 : Emplacement des placettes des formations post-feu

Les paramètres relatifs aux caractéristiques des placettes sont relevés pour pouvoir dégager les informations sur l'évolution de la ressource forestière après le passage du feu :

- Les coordonnées géographiques et les altitudes des points de contact des placettes avec les lignes imaginaires sont enregistrées à l'aide d'un GPS ;
- La pente, l'exposition et les caractéristiques du sol sont relevées;
- La période du passage du feu et l'historique de la formation du site sont aussi notées.

6.2 Unité d'échantillonnage

La méthodologie adoptée est fonction des caractéristiques de chaque strate. Pour les strates intactes, l'unité d'échantillonnage est de 400m². Le mode de compartimentation de chaque parcelle est inspiré de la méthode de RAJOELISON (1997) :

- Le compartiment A d'une taille de 400m² (20m x 20m) pour les individus adultes ayant un diamètre supérieur à 15 cm ;
- Le compartiment B inclus dans A de dimension 100m² (10m x 10m) pour l'étude des individus de diamètre entre 5 et 15 cm ;
- Le compartiment C inclus dans B de 25m² (5 x 5) pour l'étude des jeunes tiges de diamètre entre 1 et 5cm (Cf Figure 3).

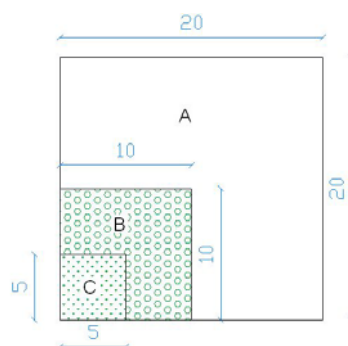


Figure 3: Compartiment des parcelles de la formation intacte

Les formations postes feux sont constituées principalement par des individus de jeune tige. Les unités d'échantillonnage sont ainsi réduites à 100m². Le mode de compartimentation est inspiré de la même méthode que celui de la strate précédente :

- Le compartiment A d'une taille de 100m² (10m x 10m) pour grosses tiges ayant un diamètre supérieur à 15 cm ;
- Le compartiment B inclus dans A de dimension 25m² (5m x 5m) pour l'étude des individus de diamètre entre 5 et 15 cm ;
- Le compartiment C inclus dans B de 6,25m² (2,5 x 2,5) pour l'étude des jeunes tiges de diamètre entre 1 et 5cm (Cf Figure 4).

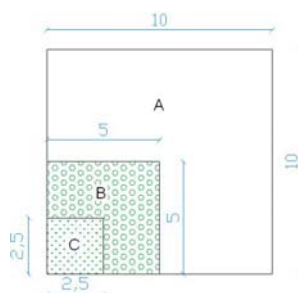


Figure 4: Compartiment des parcelles des formations postes feux

Le nombre de placettes d'inventaire est limité pour des raisons pratiques. Pour assurer la représentativité de la zone étudiée, la considération suivante a servi de base : l'aire minimale de l'inventaire en forêt naturelle tropicale est de 1 ha (RAJOELISON, 2004) ; ainsi l'équipe a inventorié 1,76 ha d'unité d'échantillonnage soit 22 placettes de formation intacte, 44 placettes de formation post feu âgée de plus de 30ans et 44 placettes de formation post feu âgée de moins de 30ans. Le nombre égal d'échantillonnage dans les deux formations post-feux permet à une comparaison statistique des strates. Les mesures ont été effectuées avec 2 guides locales (pré-identification des espèces associées). Les paramètres relevés sont :

- Le nom scientifique ou vernaculaire de l'espèce et son type biologique ;
- Diamètre à 1,30 m de hauteur (en cm) ;
- Hauteur totale (en m) ;
- Hauteur du fût (en m) ;

Tableau 6 : Paramètres relevés lors de l'inventaire

| Compartiment | Classe de diamètre | Espèce et type biologique | D _{1,30} | H _{tot} | H _{fût} | Coordonné de l'arbre | Coordonné du houppier |
|--------------|--------------------|---------------------------|-------------------|------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| A | 15≤D | + | + | + | + | | |
| B | 5≤D<15 | + | + | + | + | | |
| C | 1≤D<5 | + | + | + | + | | |
| A' | 10≤D | + | + | + | + | + | + |

Les espèces non identifiées sur terrain sont mises en herbier pour être identifiées à l'herbarium de Tsimbazaza, Antananarivo.

Le relevé des paramètres est effectué à l'aide des matériels suivants :

- Compas forestier pour la mesure du diamètre ;
- La mesure de hauteur se fait par estimation, quelques mesures avec le Haga³ ont servi de référence ;
- Clisimètre pour la mesure de la pente des stations ;
- Boussole et chevillière utilisées lors de la mise en place de la parcelle ;
- GPS pour le relevé des coordonnées géographiques et la tendance évolutive de l'altitude.

Le modèle de la fiche de relevés est présenté en annexe X.

6.3 Analyse sylvicole

6.3.1 Structure floristique

Elle étudie la composition floristique, la richesse floristique et la diversité floristique. La richesse floristique indique le nombre d'espèces présentes sur une surface donnée (FOURNIER et SASSON, 1983). La diversité floristique renseigne sur la répartition des espèces entre les individus présents (FOURNIER et SASSON, 1983). Elle peut être appréciée à partir du coefficient de mélange CM. Le coefficient de mélange est calculé par la formule :

$$CM = \frac{S}{N}$$

S : Nombre d'espèces,

N : Nombre de tiges.

Le coefficient de mélange doit tenir compte de la surface inventoriée.

6.3.2 Structure verticale

La structure verticale est l'agencement des végétaux suivant un plan vertical (GOUNOT, 1969). Elle étudie le profil structural et la structure des hauteurs. La structure de hauteur donne la distribution du nombre de tiges par classe de hauteur et permet ainsi de visualiser les différentes strates du peuplement.

Le profil structural permet de caractériser l'état de la formation végétale car elle renseigne sur l'architecture, le recouvrement du sol et le remplissage. Le recouvrement est la représentation de la continuité de la couverture verticale exprimée en pourcentage (GUINOCHET, 1973). Le degré de recouvrement est en étroite relation avec la pénétration de la lumière. Le taux de recouvrement

³ Appareil de mesure de hauteur d'un arbre à une distance donnée à l'aide de l'angle formé par l'horizontale de l'œil et le point à mesurer sur l'arbre.

indique le pourcentage de surface occupée par les houppiers dans une surface donnée. Il est exprimé par la formule suivante :

$$R = \frac{H}{S} \times 100$$

R : Taux de recouvrement ;
H : Surface occupée par le houppier ;
S : Surface totale.

La surface du houppier est obtenue par la projection verticale du houppier avec le logiciel AUTOCAD. La représentation du profil structural concerne les individus de diamètre supérieur à 10 cm dans un carré de 10 m x 10 m.

6.3.3 Structure horizontale

La structure horizontale est définie comme étant la répartition des végétaux suivant le plan horizontal (GOUNOT, 1969). L'étude de la structure végétale permet d'évaluer l'abondance, la dominance, la fréquence relative et le biovolume.

6.3.2.1 Abondance

L'abondance ou la densité est caractérisée par le nombre de tiges à l'hectare.

L'abondance relative indique le nombre d'individus de l'espèce cible par rapport à l'ensemble des individus recensés. Elle est obtenue par la formule :

$$Ab = \frac{n_i}{N_t} \times 100$$

n_i : nombre d'individus de l'espèce étudiée
N_t : nombre total des individus

6.3.2.2 Dominance

La dominance absolue ou surface terrière d'un peuplement est la somme de la section à 1,30 m de hauteur des tiges qui constituent le peuplement. Elle est calculée par la formule:

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

di : diamètre à 1,30 m de hauteur

6.3.2.3 Biovolume

Le biovolume est le volume estimatif permettant d'évaluer le potentiel en bois de la formation. Le biovolume est calculé par la formule de DAWKINS (1959) :

$$V = 0.53 \times \sum G_i h_i$$

0,53 : Coefficient de forme utilisé par FAO pour les forêts tropicales

G_i : surface terrière

h_i : hauteur totale

6.3.4 Traitement des résultats

Les données issues de l'inventaire sont informatisées sur tableur. L'exploitation par les formules mentionnées ci-dessus sera précédée de contrôle et de correction des données saisies.

6.3.5 Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales est une méthode statistique essentiellement descriptive. Elle a pour objectif de présenter sous forme graphique le maximum de l'information contenue dans un tableau de données (PHILIPPEAU, 1986). Ce tableau est constitué en ligne par des parcelles sur lesquelles sont mesurées les variables quantitatives disposées en colonnes. Dans le cadre de ce travail, l'ACP permet de distinguer le facteur discriminant des différentes parcelles et aussi d'observer les éventuels groupements des formations post-feux. Il donne des informations statistiques sur l'évolution des formations après le passage du feu.

La méthodologie consiste à partager les 88 parcelles post-feux suivant les caractéristiques de la station, les résultats de l'étude de la formation et surtout son âge depuis le passage du feu. Les parcelles sont étudiées en fonction des 8 paramètres descripteurs : l'âge de la formation après le passage du feu (FEU), le nombre d'espèce (ESPECE), le coefficient de mélange (CM), le nombre d'individus ou l'abondance absolue (N), la dominance absolue (G), le biovolume (V) la pente et l'altitude.

6.3.5 Analyse de variance

L'Analyse de variance (ANOVA) permet de comparer les moyennes de plusieurs groupes. Ce test utilise le chemin détourné par des calculs sur les variances d'où son nom « Analyse de variance ». Le test permet de vérifier la variation des caractères de la formation en fonction des caractéristiques des sites.

7 Suivi de l'évolution de la prairie du plateau d'Andohariana

Les gestionnaires du Parc National Andringitra réalisent des suivis écologiques du plateau d'Andohariana. Il s'agit de l'étude de l'évolution de la végétation après les essais de mise à feu de la prairie. La recherche a pour objectif de freiner l'envahissement de *Erica spp.*, de renouveler les aires de pâturages dans le ZUC et d'augmenter le champ de vision pour les touristes. Dans le cadre de notre étude les données de ces suivis sont utilisées afin d'analyser l'influence du feu sur le pâturage.

7.1 Unité d'échantillonnage

La méthodologie consiste à établir une parcelle permanente dans le plateau. Elle permet de suivre dans le temps l'évolution de la formation. L'unité d'échantillonnage est constituée d'un carreau de 5 x 5m de côté. Il est installé avant le feu de renouvellement de pâturage. Le relevé consiste à inventorier tous les individus dans quatre placettes avant la mise à feu. Un suivi des 4 placettes initialement inventoriées est réalisé 6 mois après le feu de renouvellement de pâturage.

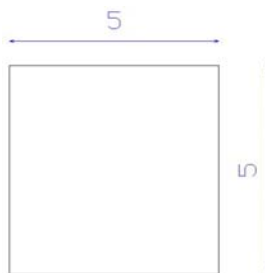


Figure 5 : Unité d'échantillonnage de la prairie altimontagne

7.2 Analyse de donnée

L'étude de l'évolution de la diversité floristique, de l'abondance absolue, la dominance et l'abondance relative des espèces permet d'apprécier l'évolution de l'état de la formation. L'abondance relative indique le nombre d'individus de l'espèce étudiée par rapport à l'ensemble des individus recensés. L'étude se focalise sur les espèces de valeurs comme les ORCHIDACEAE et les plantes fourragères telles que les familles de POACEAE et de CYPERACEAE.

Les résultats du suivi écologique de la prairie sont soumis à l'Analyse en Composante Principale. Cette dernière a pour objectif d'identifier l'impact du feu sur la végétation. Les parcelles sont ainsi réparties en 2 suivant le passage du feu. Le résultat de l'inventaire avant le passage du feu est noté « 1 » et ceux d'après feu sont marqués « 2 ». Les parcelles sont analysées suivant les paramètres suivants : la richesse floristique (Espèce), le recouvrement des graminées associées aux CYPERACEAE (R Graminé +CYPERACEAE), le recouvrement ligneux dominé par *Erica spp.* (R *Erica spp.*), l'abondance d'*Erica floribunda* (*Erica floribunda*), l'abondance d'*Erica cryptoclada* (*Erica cryptoclada*), l'abondance d'*Erica trochoclada* (*Erica trochoclada*), le nombre d'espèce de la famille de CYPERACEAE (CYPERACEAE), le nombre de la famille de ORCHIDACEAE (ORCHIDACEAE) et le nombre d'espèce de POACEAE (POACEAE).

Partie III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Partie III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

1. Feu de végétation

1.1 Définition du feu de végétation

Selon l'article 6 de l'ordonnance 60-127 fixant le régime des défrichements et des feux de végétation, les feux de végétation comprennent les feux de culture et de nettoyage, les feux de pâturage et les feux sauvages. Les feux de culture et de nettoyage ont pour but d'incinérer la végétation qui recouvre les terrains de culture. Les feux de pâturage ont une vocation de renouvellement de végétation de pâturage. Les feux sauvages sont des feux non contrôlés sans limite ni unité d'ordre économique. VALEA (2005) définit le feu de brousse comme étant des incendies qui parcourent chaque année les savanes. D'après MASAHIRO et al. (2003) les feux de végétation sont des sinistres qui se déclarent et se propagent dans les formations d'une surface d'au moins de 1ha. Ces formations peuvent être des forêts ou des formations d'arbres feuillus ou de broussailles. Les feux de forêts sont des incendies déclenchés dans des zones de forêts ou de végétation arbustive et qui se propagent sur au moins un hectare. Les zones de forêts sont des formations végétales, organisées ou spontanées, où des arbres d'âges et de densités variées dominent. Les zones arbustives sont constituées d'arbustes et de buissons. (POLE GRENOBLOIS D'ETUDES ET DE RECHERCHE POUR LA PREVENTION DES RISQUES NATURELS, 2008).

D'après ces définitions, l'observation et l'enquête réalisées sur terrains, le feu de végétation peut être défini comme une incendie volontaire ou involontaire qui se déclenche sur la forêt naturelle ou artificielle, sur les savanes arborées, sur les broussailles, sur les pâturages, sur les zones de cultures et qui se prolifèrent sur une surface d'au moins de 1 ha.

1.2 Type et cause de feu de végétation dans la zone d'étude

Plusieurs types de feu existent dans la zone d'étude. Pourtant, trois causes sont le plus fréquent : le feu de pâturage, le feu de nettoyage et de défrichement et les feux criminels. Sur les 25 personnes enquêtées, 36% pensent que le feu de pâturage et de nettoyage sont le plus fréquent. Vient ensuite le feu de criminel qui constitue 28% des enquêtées.

1.2.1 Feux de pâturage

Les feux de pâturage sont définis par l'article 6 de l'ordonnance 60-127 du 01 octobre 1960 comme des feux ayant pour but le renouvellement de la végétation herbacée sur des pâturages dont l'utilisation par des particuliers ou des collectivités nettement déterminées a été reconnue. Ils constituent une pratique courante dans les zones d'élevage extensif comme le district d'Ambalavao. Ils sont destinés à améliorer quantitativement et qualitativement les pâturages. Les feux constituent l'unique outil pour aménager les pâturages dans la zone d'étude. La mise à feu des pâturages se trouve ainsi incontournable dans la région de Namoly où l'élevage de bovin tient une place importante. Cette pratique est autorisée uniquement sur des surfaces strictement nécessaires et

pratiquée pendant la saison où les feux sont moins dangereux c'est à dire à la fin ou au début de la saison de pluie, période où le risque de propagation est minime. Les calendriers de mise à feu sont spécifiques à chaque région en fonction des conditions climatiques et de la caractéristique de la formation végétale. Dans le district d'Ambalavao, le feu de renouvellement de pâturage est autorisé entre le 15 décembre au 15 avril selon la note de service 459-IFF/H/00/CI du 3 décembre 1973. Pourtant, les éleveurs préfèrent brûler le pâturage à la fin de la saison sèche, juste avant l'arrivée des premières pluies. A cette époque, la végétation est hautement inflammable. Ces feux sont à l'origine de la majorité des feux sauvages qui se propagent sur d'immenses étendues.

Les feux de pâturage sont aggravés par le conflit entre l'agriculture et l'élevage. L'explosion démographique dans la zone d'étude (Cf annexe II) nécessite l'extension des zones de culture qui a pour conséquence l'insuffisance du pâturage. Cette situation pousse les éleveurs à étendre leur pâturage par l'utilisation des feux. En dépit de la clause établie par l'administration forestière qui fixe la surface autorisée pour le renouvellement de pâturage en fonction du nombre de bétails (Cf tableau 22), les éleveurs ne se contentent pas des surfaces proposées.

La réglementation des feux de pâturage prévoit une demande adressée à l'administration forestière en passant par le VNA, le Chef fokontany, la Mairie et l'administration forestière. Après la validation de ces entités, le bénéficiaire doit mettre en place un pare-feu de 5 m de large. Pendant l'incinération, la présence des hommes valides et des autorités locales sont obligatoires. Les procédures de demande de renouvellement de pâturage demandent beaucoup de temps et nécessitent la mobilisation de nombreuses personnes. Les éleveurs évitent ces démarches en brûlant clandestinement les savanes.

1.2.2 Feux de nettoyage et de défrichement

Les feux de culture et de nettoyage ont pour but soit d'incinérer la végétation ligneuse peu dense qui recouvre un terrain cultivé de façon permanente en vue d'y préparer de nouvelles cultures, soit de nettoyer les abords de champs de cultures pérennes ou d'installations à buts social et économique (Ordonnance 60-127 du 18 janvier 2006). Ils permettent de préparer de nouveau terrain de culture ou de nettoyer les abords des champs par l'incinération des arbustes ou des herbacées qui les recouvrent ou de protéger les terrains de cultures contre les invasions des espèces nuisibles et contre l'attaque des feux sauvages. Les paysans utilisent le feu pour remplacer les outillages mécaniques qui sont très onéreux. Ils se servent du feu pour faciliter le travail du sol et ainsi gagner du temps. Les feux de culture et de nettoyage sont autorisés à condition que ce soit hors du domaine forestier national ou d'une parcelle artificiellement reboisée. Peu de gens pratique les dispositifs prescrits et engendre des accidents qui se transforment en feux sauvages. Les « tevy » ou défrichement sur brûlis menacent directement la forêt, alors que, les feux de nettoyage et défense attaque les bas fonds et *tanety* ⁴. La population locale pratique les feux de culture surtout entre le

⁴ Ensemble versant, crête

mois de juillet et le mois d'août.

1.2.3 Feux criminels

1.2.3.1 Feux liés aux vols de bœuf

Ces feux sont liés à l'insécurité qui sévit la zone d'étude. Avant d'attaquer, les *dahalo* utilisent le feu de végétation pour sortir et distraire les propriétaires à la lutte contre le feu. Abandonné par les hommes, le village est à la merci des voleurs. De plus, fatigués de la lutte contre le feu les habitants ne peuvent plus protéger leur bien. Les malfaiteurs utilisent aussi le feu pour terroriser la population locale. Après avoir attaqué un village, tout en fuyant, les *dahalo* incendient les *tanety* aux environs immédiats du village. Ils retardent les habitants dans la lutte contre le feu. Cela permet au *dahalo* d'avoir une distance de fuite appréciable. Pendant la fuite, ils emploient le feu pour effacer les traces laissées par les bœufs⁵ volés et déroutent ainsi les *mpanaradia*⁶ à leur poursuite. Ces tactiques des malfaiteurs poussent la population locale à ne plus quitter leurs villages en cas d'alerte feu surtout pendant le soir et la nuit. C'est une des raisons de propagation intense du feu.

1.2.3.2 Pyromanie

La pyromanie est une impulsion irrésistible qui pousse des individus à allumer des incendies. Certains feux de brousse peuvent être considérés comme des résultats de la pyromanie car la surface incendiée n'est pas forcément utilisée à des fins économiques ou sociales. Ce type de feu se manifeste souvent pendant le jour de marché à Namoly (jeudi) et à Sendrisoa (lundi). De retour du marché, les passants sous l'emprise de l'alcool déclenchent des feux sur la route. Le feu se propage rapidement et est difficile à maîtriser car la population locale n'est pas préparée.

1.2.4 Feux liés aux problèmes fonciers

Le problème foncier est courant dans la zone d'étude. L'immatriculation foncière n'est pas effective. La population locale sert du feu comme un mode d'appropriation foncière. Le feu peut être utilisé pour préparer une future mise en valeur au préalable à une demande d'immatriculation. En effet, les feux ravagent souvent les terrains domaniaux et non ceux qui sont valorisés ou titrés (ONE, 1996). Il est aussi utilisé pour contester l'approbation d'un terrain par un tiers. Les mécontents font recours aux feux de brousse pour saboter les investissements entrepris sur les terrains litigieux ou pour manifester leur révolte.

1.2.5 Protestation et Vengeance

1.2.5.1 Politique

La population rurale utilise le feu pour exprimer son mécontentement. Ce mécontentement peut être d'origine politique, des conflits avec l'administration ou des désaccords aux autorités. Depuis l'époque coloniale, l'instabilité politique et les défaillances conjoncturelles au niveau du

⁵ *Dian'omby*

⁶ Propriétaire du bovin et *Fokonolona* (communauté) qui sont à la poursuite des malfaiteurs

pays sont suivies de la recrudescence du feu de brousse : les troubles pendant l'époque coloniales, l'instauration de la loi cadre de 1956, la crise politique de 1972 et de 1991 sont toujours suivies de l'accroissement du feu de brousse (RAMANANTSOAVINA, 1963 ; DEZ, 1968 ; RAMBELOARISOA, 1995 ; RASAMOELINA, 2003). Le feu de protestation de 1991 et de l'époque coloniale a été le responsable de destruction de vaste étendue de forêt dans la zone d'étude. De même, les périodes d'élection sont suivies de l'augmentation du feu de brousse. C'est une façon de manifester le mécontentement envers le pouvoir avant l'expiration de leur mandat (ANONYME, 1992).

1.3.5.2 Vengeance

Le feu est utilisé par la population pour exprimer leur revanche à la suite d'une dispute à la suite des problèmes fonciers, jalousie et tant d'autres. Pour saboter l'ennemi, les *tanety* à la proximité de terrain de culture ou du village de son adversaire sont mis à feu. Ce dernier se propage vers la propriété de la cible et atteint son but. Le feu détruit tout à son passage et provoque des dégâts matériels. Ce fut le cas lors de la descente sur terrain en mois de septembre où une maison à Ambohibary a été brûlée par des malfaiteurs inconnus.

1.2.6 Feux liés à l'exploitation forestière

Les malfaiteurs utilisent le feu afin d'obliger indirectement les propriétaires à vendre à un prix modéré les arbres endommagés par le feu. Les dégâts à la suite de passage du feu contraint le propriétaire à couper le peuplement ou à les vendre sur pied. Les arbres sont dévalorisés et sont vendus à bas prix. En 2006, la forêt de reboisement de la commune de Sendrisoa se situant près de Centre d'Interprétation de Namoly a été incendiée. Elle a été l'objet d'une exploitation forestière après le passage du feu.

1.2.7 Feux contre l'invasion des sauterelles.

L'invasion des sauterelles en 1997 a donné naissance à une nouvelle forme de mise à feu. Les paysans ont mis à feu les flancs de collines pour lutter contre l'invasion des sauterelles. Ces feux permettent de chasser les essaims qui menacent les cultures. Ils entrent dans le cadre de la légitimité (BLOESCH *et al.*, 2000) mais le risque de feux sauvages persiste.

1.2.8 Feux accidentelles

1.2.8.1 Pare-feu non maîtrisé

Le MNP gestionnaire du Parc National d'Andrigitra organise annuellement avec le Cantonement Forestier d'Ambalavao et la population locale des pare-feux aux limites du parc pour se protéger contre une éventuelle attaque des feux sauvages. L'ouverture des pare-feux a lieu entre le mois de mai et le mois de juin dans les limites ouest du parc où le risque de feu est élevé. Ces zones sont caractérisées par l'abondance des essences hautement inflammables comme les savanes et les *Erica spp.*. En dépit des mesures préventives prises par le responsable dans la mise en place du pare-

feu, le risque de propagation de feu n'est pas écarté. Ce fut le cas en 2007, un feu accidentel s'est déclenché lors de la mise en place des pare-feux autour du parc.

1.2.8.2 Feux de bouvier

Ce sont des feux allumés par les bouviers dans les pâturages ou dans la forêt pendant la période de visite des bovins. Ces feux servent à la cuisson des aliments ou simplement pour s'amuser. A cause de l'abondance des combustibles dans les pâturages, les feux de bouvier peuvent se propager rapidement et devenir un feu sauvage. Dans la plupart des cas, les auteurs sont connus. Ils déclenchent l'alerte en cas d'accident.

1.2.8.3 Feu de chercheur de miel

L'utilisation du feu pour collecter le miel sauvage peut être l'origine des feux de végétation. Les mégots de feu tombés ou oubliés dans la forêt peuvent s'étendre dans la forêt ou dans les savanes. Les zones de collectes de miel sont souvent éloignées des villages. Ces feux ainsi sont difficiles à maîtriser d'autant plus que les populations ne sont pas préparées pour ce type de feux.

1.2.8.4 Feux de charbonnier

L'article 19 de l'ordonnance 90-127 autorise les charbonnières et les fours à charbon en forêt et dans une zone de 500m de largeur à la périphérie sous une autorisation délivrée par l'administration forestière après nettoyage complet du sol dans un rayon d'au moins 50m autour de chaque exploitation. Malgré cette ordonnance, les charbonniers dans la zone d'étude pratiquent leurs activités à la périphérie et quelquefois à l'intérieur des peuplements de reboisement sans aucune précaution. L'activité charbonnière est considérée par les populations rurales comme une activité secondaire. Elle est exercée par ceux qui y sont contraints par la nécessité. Elle est pratiquée pendant la période de soudure surtout en saison sèche. Pendant cette période, il suffit que des étincelles s'échappent des fours et atteignent les combustibles aux alentours immédiats pour engendrer un feu sauvage. En outre, la majorité des charbonniers ne maîtrisent pas la technique de carbonisation en meule fermée. Il résulte de leur mode de carbonisation en feux ouverts des portes considérables et des accidents fréquents conduisant à des feux très destructeurs. Les feux se propagent en dehors des meules soit à la suite de mauvaise surveillance, soit par le défournement, soit par un coup de vent brusque débouchant et les vents libèrent des étincelles projetées à une certaine distance, soit par les braises incandescentes projetées aux alentours qui s'enflamment et déclenchent le sinistre.

1.2.8.4 Feux de campement

La région d'Andrigitra est une zone écotouristique. Il dispose plusieurs aires de camping. Les feux de campement mal éteints et les feux abandonnés par les campeurs peuvent déclencher des feux sauvages quelques instants après leur départ. De même, les mégots ou tige d'allumettes non éteints jetés par les passants peuvent être ravivés. En présence de combustible inflammable dans la zone d'étude, ils déclenchent subitement des feux sauvages.

1.2.9 Feux provoqué par les foudres

Les foudres apparaissent souvent sur des zones situées à des altitudes élevées. La zone d'étude se situe sur une altitude élevée et est exposée à cette catastrophe naturelle. Les foudres s'abattent sur les formations végétales et déclenchent des incendies au moment des pluies. Plusieurs cas ont été déjà signalés dans le Parc National. La menace de feu sauvage est très élevée au début de la saison de pluie où les végétations sont encore sèches. Ce sont des feux inévitables, imprévisibles et impossibles à maîtriser car ils attaquent souvent des régions peu peuplées sans parler du fait que la population locale a peur de combattre le feu à cause de la peur de risque d'être foudroyé. Heureusement que les foudres sont suivies de pluie et les incendies qu'elles provoquent s'éteignent assez rapidement en pleine saison de pluie.

1.3 Condition favorable au feu de brousse dans la zone d'étude

Plusieurs facteurs interviennent dans le déclenchement et la propagation des feux de végétation. Trois agents de combustion doivent au moins être simultanément présents : le combustible, la chaleur et l'oxygène. La zone de Namoly réunit des conditions propices au développement des feux de végétation sur l'abondance des combustibles, les conditions climatiques et la topographie.

1.3.1 Combustible

Les combustibles sont composés des matières contenant de matière organique. Ils sont constitués par les broussailles, les fougères, les arbustes, les forêts. Les caractéristiques du tapis végétal ont une nette influence sur l'intensité du feu de brousse. La grande partie de la zone d'étude est constituée de savane herbeuse. Cette dernière recouvre 67% de la commune de Sendrisoa (Cf Tableau 7). Elle est caractérisée par la dominance d'*Aristida spp.*, *Hyparrhenia rufa* et *Heteropogon contortus*. Ces combustibles herbacés sont facilement inflammables. En outre, La région de Namoly dispose aussi d'autres essences hautement inflammables comme les *Erica spp.* et les fougères. Ce sont tous des combustibles légers qui prennent très vite le feu. Ces espèces avec leur état siccité, constituent un combustible parfait qui facilite la propagation des feux de végétation dans la région.

1.3.2 Climat

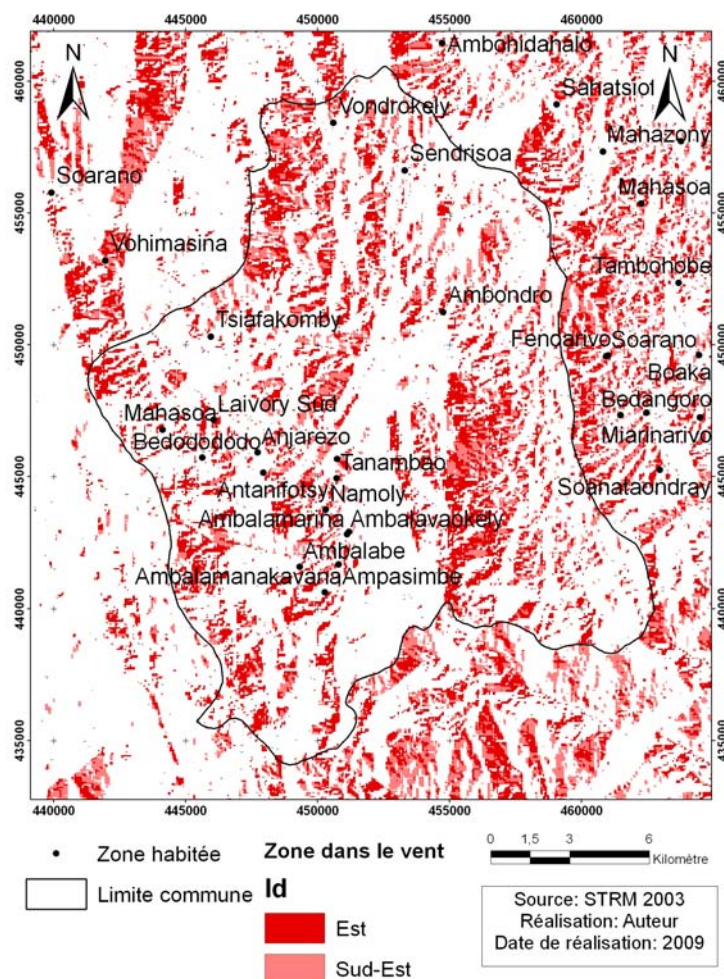
1.3.2.1 Humidité et Température

Le taux d'humidité des combustibles est capital pour la propagation des incendies. La sécheresse favorise les feux de forêt. La saison sèche dans la zone d'étude dure plusieurs mois. Namoly dispose 5 mois sec qui s'étalent entre le mois de mai jusqu'en septembre. Cela favorise la siccité des plantes et facilite la propagation des feux. La saison sèche est constituée par la succession de l'hiver très fraîche entre le mois de mai et le mois d'août, et la saison chaude à partir du mois de septembre. La variation brusque de température entre ces deux saisons et l'amplitude journalière très élevée dans la zone d'étude accélèrent le dessèchement des combustibles.

1.3.2.2 Vent

Le vent joue un rôle important dans la formation et le développement des feux : il active la combustion par l'apport d'oxygène, accélère la progression en développant les flammes et en transportant les particules incandescentes, dessèche le sol et la végétation et accélère la vitesse du feu. L'importance des dégâts causés par les feux de brousse est fonction de l'intensité du vent. Généralement, la vitesse du feu est de l'ordre de 100 à 300 m/h lorsque le vent souffle (LEBRUN, 1947). Selon les études effectuées par MONNIER (1981), elle varie entre 360 à 1800 m/h et atteint 5000 m/h à un temps très venteux. De plus, le vent complique la lutte contre le feu de brousse, il est imprévisible, car sa vitesse et sa direction varient en fonction du relief. Un feu local se déclare souvent pendant l'incendie à cause du changement fréquent de la direction du vent.

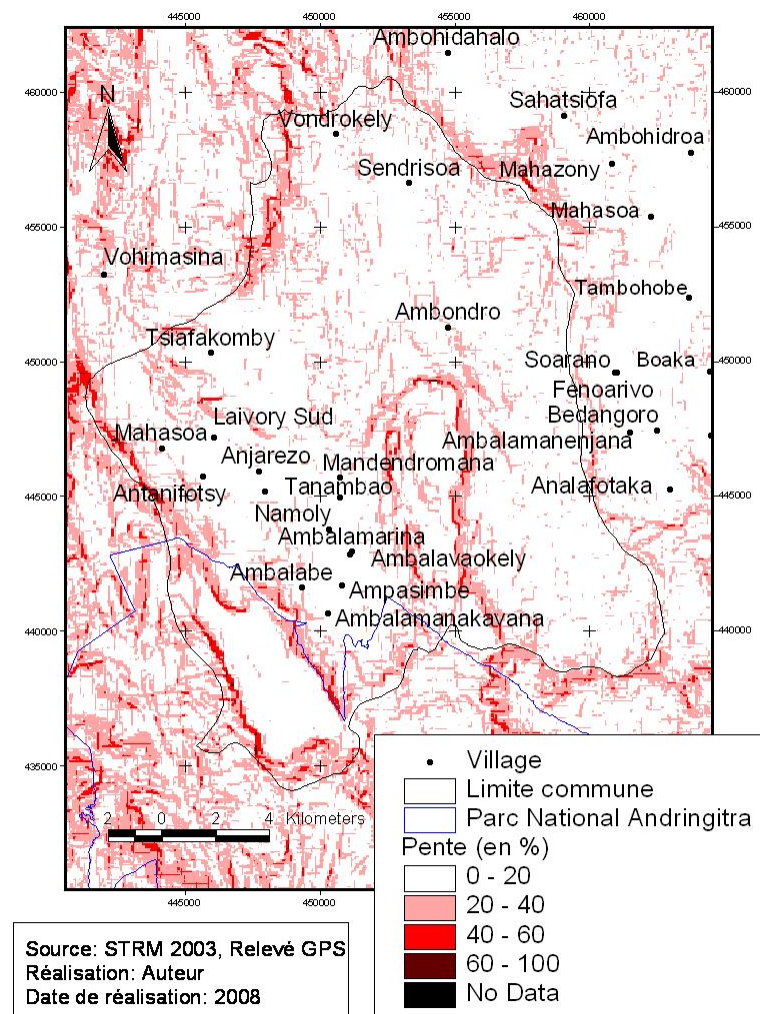
La zone d'étude est soumise à deux types de vent : alisé et vent polaire. L'alisé constitue le vent dominant. Il est un vecteur très important de la propagation des feux de brousse dans la zone d'étude surtout pendant la saison de pic du feu de brousse. Il souffle pendant toute l'année suivant la direction Sud-Est en Nord-Ouest et Est en Ouest. Les zones exposées vers l'est et vers le sud-est sont dans le vent. Elles disposent un risque élevé de propagation de feu. La carte suivante montre les zones exposées au vent.



Carte 1 : Exposition au vent

1.3.3 Pente

Le feu progresse de façon ascendante. La pente agit en rapprochant les combustibles d'amont des flammes. Elle favorise aussi les mouvements de l'air et l'action du vent en exposant les combustibles. La progression des incendies sur des pentes fortes bien enherbées peut être deux fois plus rapide qu'en terrain plat dans les mêmes conditions. Lors de la descente d'une vallée, le feu peut se propager sur l'autre versant d'une colline lors d'un saut provoqué par le vent (Cf Annexe XVII). La topographie très accidentée dans la zone d'étude facilite la progression des feux de végétation. Une grande partie de la zone d'étude repose sur une pente forte (cf Carte 2).



Carte 2 : Carte de pente de la commune de Sendrisoa

1.4 Zone concernée par le feu de brousse dans la zone d'étude

Le combustible constitue un facteur déterminant dans la répartition des zones sévies par le feu de végétation. La zone d'étude peut être classifiée en 5 zones selon le risque de feu (Cf carte 3):

- **Zones Non forêts** qui sont constituées généralement par des savanes très inflammable et dont le risque de feu est très élevé.

- **Formations d'*Erica spp.*** caractérisée par la dominance des espèces de *Erica*. Espèces pyrophytes qui brûlent vite et qui disposent un risque de feu très élevé.

- **Les Formations dégradées** de risque de feu moyen sont des formations écrémées ou des recrus post-feux ou post-culturales. Les sous bois sont constitués par des graminées sèches, des fougères ou des feuilles mortes qui sont tous très inflammables et à l'origine de grand nombre de feux de forêts. Ces sous-bois se consomment lentement et dissimulent des feux difficiles à détecter. Les strates supérieures sont composées de ligneux bas qui disposent une inflammabilité moyenne. Les ligneux hauts à combustible lourd qui brûle tardivement sont rares.

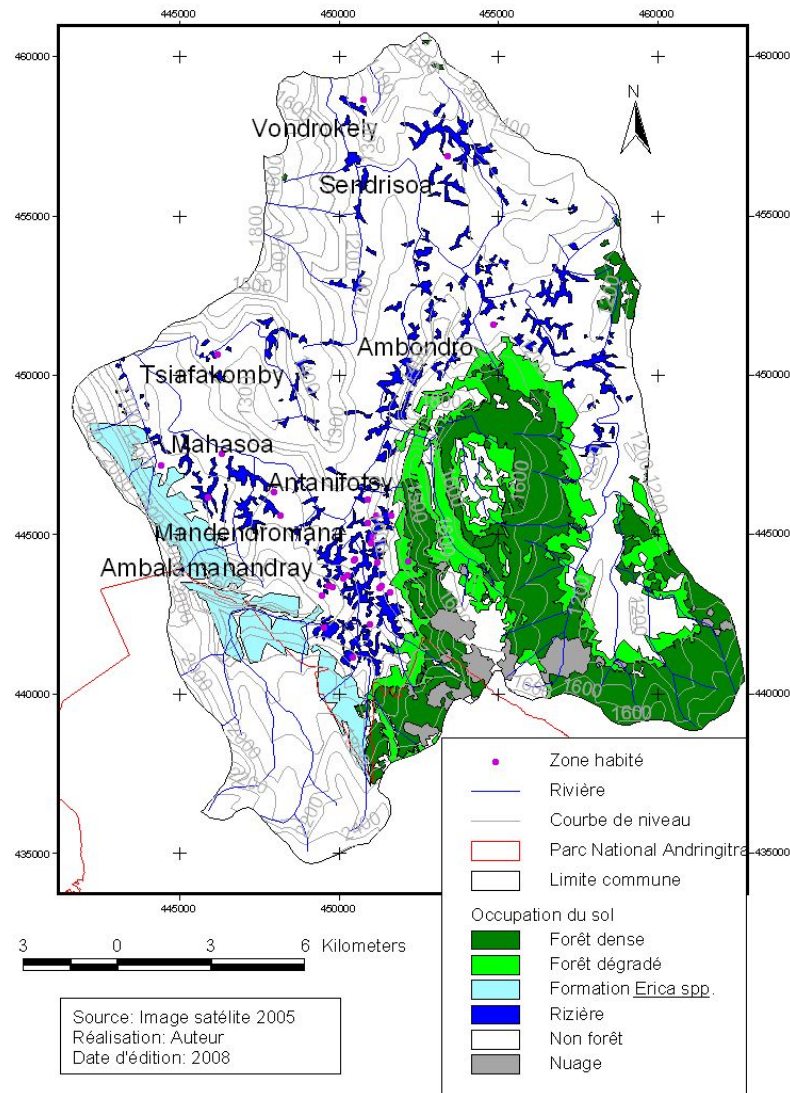
- Les **formations denses** ont un risque de feu faible. Ils sont composés par des combustibles lourds qui requièrent de l'énergie excessive pour s'enflammer.

- **Rivières et rizières** qui n'ont pas de risque de feu (Cf Tableau 7).

La partie ouest de la zone d'étude est la plus menacée par le feu de brousse. Cette zone est couverte de savane herbeuse et de formation d'*Erica* qui dispose respectivement un risque de feu très élevé et élevé. Les menaces de feux sont accentuées dans les zones de pâturages, surtout sur les versants accidentés. Les zones Est couvertes de forêt naturelle sont moins concernées par le feu de brousse. Le règlement en vigueur sur le défrichement et le feu de forêt est très strict depuis la mise en place des GELOSE de MIORA ATSIMO et de MIORA AVARATRA. Toute personne qui a déclenché un feu dans les forêts dans les limites des transferts de gestion est sanctionnée d'une amende de Ar 100.000 par hectare de surface incendiée et est contrainte de reboiser les forêts incendiées. La réglementation est indépendante de celle des Administrations forestières et des Collectivités territoriales décentralisées qui peuvent alourdir la peine.

Tableau 7 : Risque de feu

| Zones | Risque de feu | Combustible | Surface (ha) |
|---------------------------------|---------------|---|--------------|
| Non forêt | Très élevé | Savane (<i>Aristida spp</i> , <i>Hyparrhenia rufa</i> , <i>Heteropogon contortus</i> , <i>Psiadia aguatooides</i>) et fougère | 21 282 |
| Formations d' <i>Erica spp.</i> | Elevé | <i>Erica spp.</i> , graminée, Fougère | 1 520 |
| Formations dégradées | Moyen | Ligneux bas avec des sous bois graminée, fougère et litière sèche | 2 435 |
| Formations denses | Faible | Ligneux haut avec des recouvrements fermés, sous bois vert | 4 551 |
| Rizières et rivière | Nul | Absent | 1 498 |
| TOTAL | | | 31 286 |



Carte 3 : Répartition de la zone d'étude selon le risque de feu

1.5 Période feu dans la zone d'étude

La figure 6 indique que le feu de brousse persiste durant toute l'année. Pourtant, la majorité a lieu pendant la période sèche et le début de la saison de pluie du mois de juillet jusqu'au mois de novembre. Plus de 90% des feux de brousse se manifestent durant cette période. Il existe trois catégories de feux suivant la saison : feu contre saison, feu précoce et feu tardif. La figure 7 montre les caractéristiques de chaque catégorie de feu.

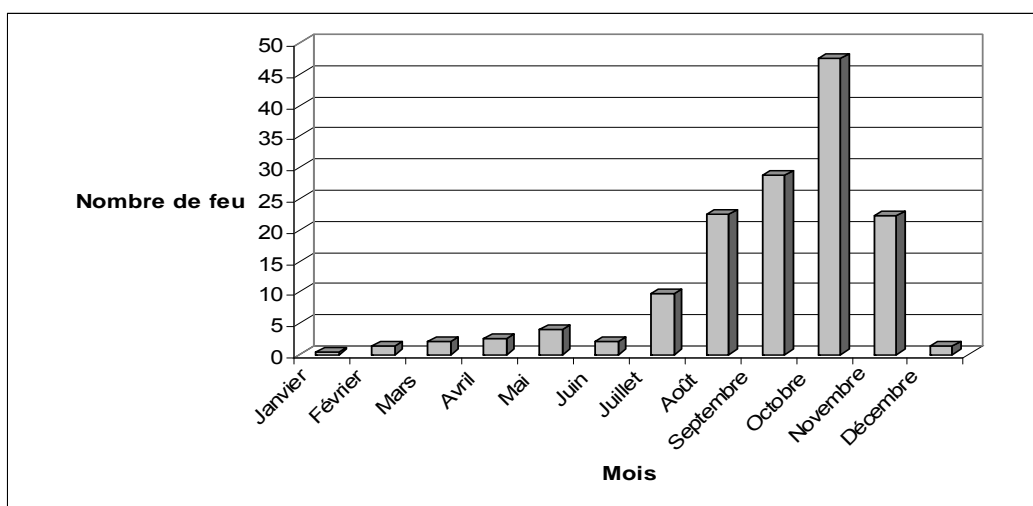
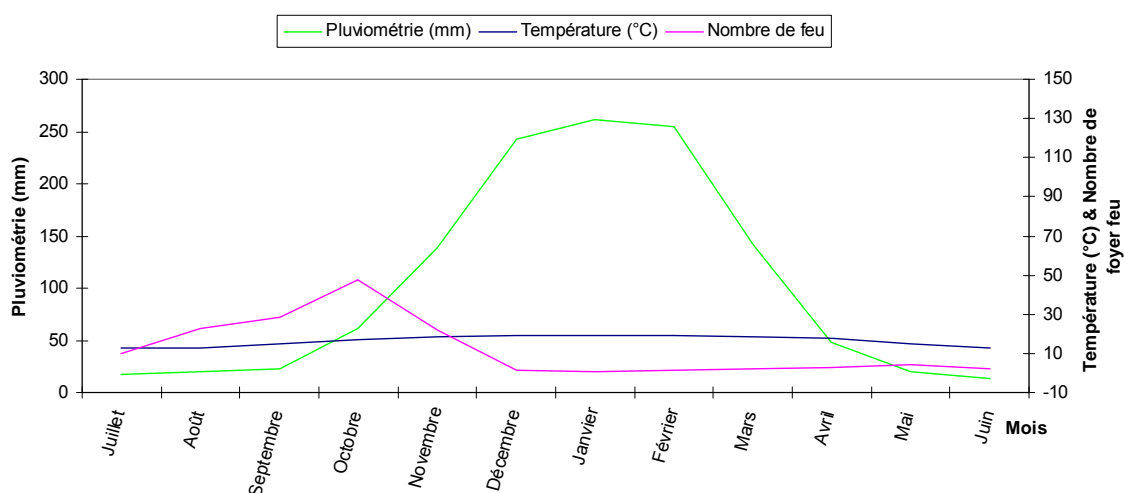


Figure 6 : Moyenne du nombre de feu mensuel dans le district d'Ambalavao durant la période 2001-2007



| | | | | | |
|---------------|------------------|------------|-----------------|-----------------|---------|
| Saison | Sèche | Humide | Perhumide | Humide | Sèche |
| Combustible | Très inflammable | | Non inflammable | Peu inflammable | |
| Régime feu | Précoce | Tardif | Contre saison | | Précoce |
| Abondance feu | Moyen | Très élevé | Faible | | Moyen |

Figure 7 : Relation entre l'évolution du feu, les facteurs climatique et l'état de siccité des combustibles

1.5.1 Feu contre saison

Les feux contre saison sont des feux ayant lieu durant la saison de pluie entre le mois de décembre et d'avril. Ils correspondent à la période autorisée par l'administration forestière pour le renouvellement de pâturage qui est du 15 décembre au 15 avril pour le cas du District d'Ambalavao. Les feux allumés pendant cette période sont moins dangereux. Le risque de propagation du feu est

faible car la végétation est verte et est éborgée d'humidité. Les essais menés par le service de l'élevage à Kianjasoa (CIRAD et al., 1998) montre que le feu de pâturage établi en fin de saison de pluie est la plus prometteuse. Non seulement les risques d'extension des feux sont faibles mais les repousses d'herbe sont de bonne qualité. De plus, les repousses atteignent la taille idéale pour la protection du sol contre l'action érosive de ruissellement lors des premières grosses pluies de la saison humide. Pourtant, ce type de feu autorisé est rare. Il ne représente que 5% du nombre de feu moyenne annuelle dans la zone d'étude. Le feu diminue au moment où la pluie devient abondante. Le cas de feu enregistré est rare en mois de janvier, période où la pluviométrie atteint son maximale (Cf figure 7).

1.5.2 Feu précoce

La mise à feu a lieu au début de la saison sèche entre le mois de mai et le mois d'août. Ce sont des feux relativement faciles à maîtriser. La végétation est humide à cause de l'humidité atmosphérique augmentée par les brouillards et les crachins. En outre, la température du feu est moyenne pendant cette saison fraîche. Le feu précoce est choisi par la population et le gestionnaire du Parc pour la confection des pare-feux autour du Parc et des forêts, le défrichement et le nettoyage des zones de cultures. Pourtant, le risque persiste car les plantes sont en phase de repos végétatif et peuvent être sensibles aux feux. Ce phénomène est accentué par l'hiver rigoureux dans la zone d'étude où la température peut descendre au dessous de 0°C. Le feu précoce constitue 26% des feux moyens annuels pendant la période 2001-2007. Une recrudescence du feu a été notée aux mois de juillet et d'août pendant la confection des pare-feux.

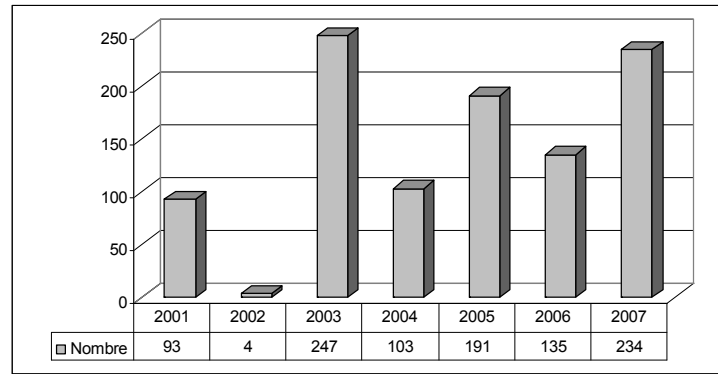
1.5.3 Feu tardif

Le feu tardif est pratiqué à la fin de la saison sèche entre le mois de septembre et le mois de novembre. Il est violent et difficile à maîtriser. Le risque de propagation de feu est très intense car la végétation est très sèche. Il peut couvrir de grandes surfaces et laisser le sol à découvert (BRUZON, 1995). Le feu tardif donne des pâturages de mauvaise qualité. Les repousses ne constituent qu'une appointe alimentaire de courte durées, ils se dessèchent rapidement (RANAIVOARIVELO & MILLEVILLE, 2001). Le risque d'érosion est très élevé après le passage de ce feu à cause du faible taux de recouvrement à l'arrivée de la saison de pluie. Néanmoins, la population locale préfère le feu tardif. Environ 68% de la moyenne du feu annuel dans la zone d'étude est recensé entre le mois de septembre et le mois de novembre. Le nombre de feu mensuel atteint son maximum à la fin de la saison sèche. Les feux durant le mois d'octobre constituent 33% du feu annuel avec 48 foyers de feu.

1.6 Evolution du feu de végétation dans la zone d'étude

1.6.1 Evolution du feu de végétation dans le temps

La figure 8 indique l'évolution du nombre feu de végétation dans le district d'Ambalavao pendant la période 2001-2007.



Source : DREFT FIANARANTSOA, 2008

Figure 8 : Evolution du feu de végétation dans le district d'Ambalavao pendant 2001-2007

Le nombre de feu atteint son minimal en 2002. Pendant la saison sèche de cette année, la stabilité politique au niveau du pays commence à se faire sentir. En outre, des opérations de surveillance militaire ont eu lieu dans l'ensemble du pays. Après cette période, la variation du feu de brousse n'est pas stable (Cf figure 8). Elle est caractérisée par l'alternance d'une année à une abondance élevée de feu avec une autre moins abondante. L'évolution annuelle du feu en forme de dents de scie peut être aussi expliquée par la potentialité des herbacés à régénérer. En effet, ces derniers ne se reconstituent que deux ans après le passage du feu pour servir de nouvelle proie aux feux (GOUVERNEMENT, 1980). De plus, l'augmentation du nombre de feu pendant une année donne une sonnette d'alarme aux parties prenantes dans la lutte contre le feu de brousse. Ces entités multiplient les actions préventives et les luttes actives. Ce qui explique la diminution du nombre de feu de l'année suivante. L'interview de la population locale a révélé que l'évolution du feu de brousse est répartie suivant la zone. Dans la zone forestière de l'Est du fleuve de Zomandao et ses zones périphériques, une diminution considérable du feu de brousse a été constatée depuis l'intervention du WWF en 1993 dans la zone d'étude. La situation s'est améliorée après la mise en place des GELOSE de MIORA ATSIMO et de MIORA AVARATRA en 2003. Aucun cas de feu de forêt n'a été signalé pendant la période 2003-2005 (Cf tableau 8). La mise en place de la gestion locale a motivé la population dans la protection de la ressource naturelle. Par contre, le feu de brousse persiste dans la partie Ouest de Zomandao qui est couvert de savane.

Le tableau suivant donne l'évolution de la surface incendiée pendant la période 2003-2005 dans le district d'Ambalavao.

Tableau 8 : Surface incendiée pendant la période 2003-2005

| Année | Nombre de feu | Non forêt | Forêt | Reboisement | Surface totale |
|---------|---------------|-----------|-------|-------------|----------------|
| 2003 | 101 | 6897 | 0 | 54 | 6951 |
| 2004 | 43 | 1245 | 0 | 0 | 1245 |
| 2005 | 58 | 737 | 0 | 17 | 754 |
| Moyenne | 67 | 2 959 | 0 | 35 | 2 983 |

Source : DREFT FIANARANTSOA, 2008

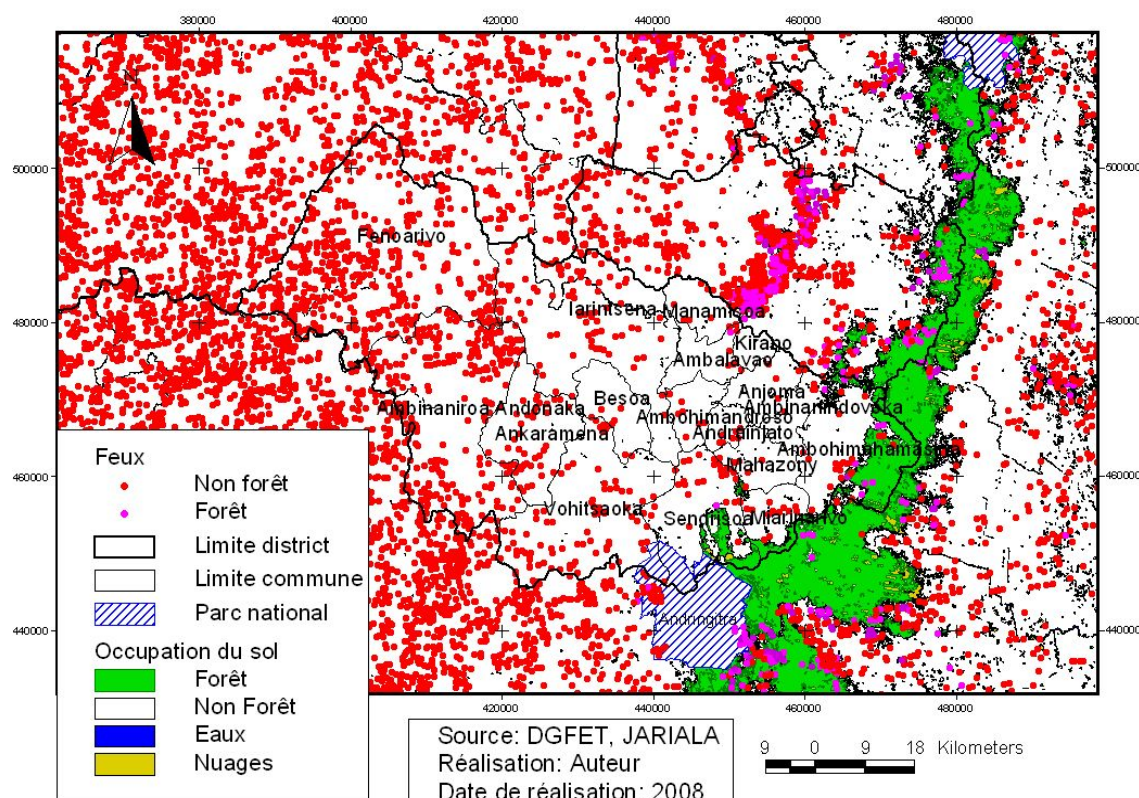
Environ 2983 ha par an partent en fumée dans le district d'Ambalavao. La surface incendiée

atteint jusqu'à 6951ha en 2003. Le feu sévit les savanes et les reboisements d'*Eucalyptus spp.* et de *Pinus spp.*. La diminution de la surface incendiée en 2005 ne reflète pas vraiment la réalité. La détection du feu par l'image satellite a révélé une hausse de foyer feu durant cette année. La statistique révélée dans le tableau 8 ne reflète pas vraiment la réalité. Il est dû à l'incapacité de l'administration forestière à collecter et à rassembler des données à cause de l'insuffisance des moyens financier, matériel et humain. Lors de notre descente sur terrain un seul agent est chargé de toutes les activités au niveau du Cantonnement d'Ambalavao. Dans la commune de Sendrisoa, la surface annuelle incendiée est évaluée à 42 ha avec un nombre moyen de 3 foyers feu par an (DREFT FIANARANTSOA, 2008).

1.6.2 Répartition du feu de végétation dans l'espace

1.6.2.1 Localisation des feux de brousse

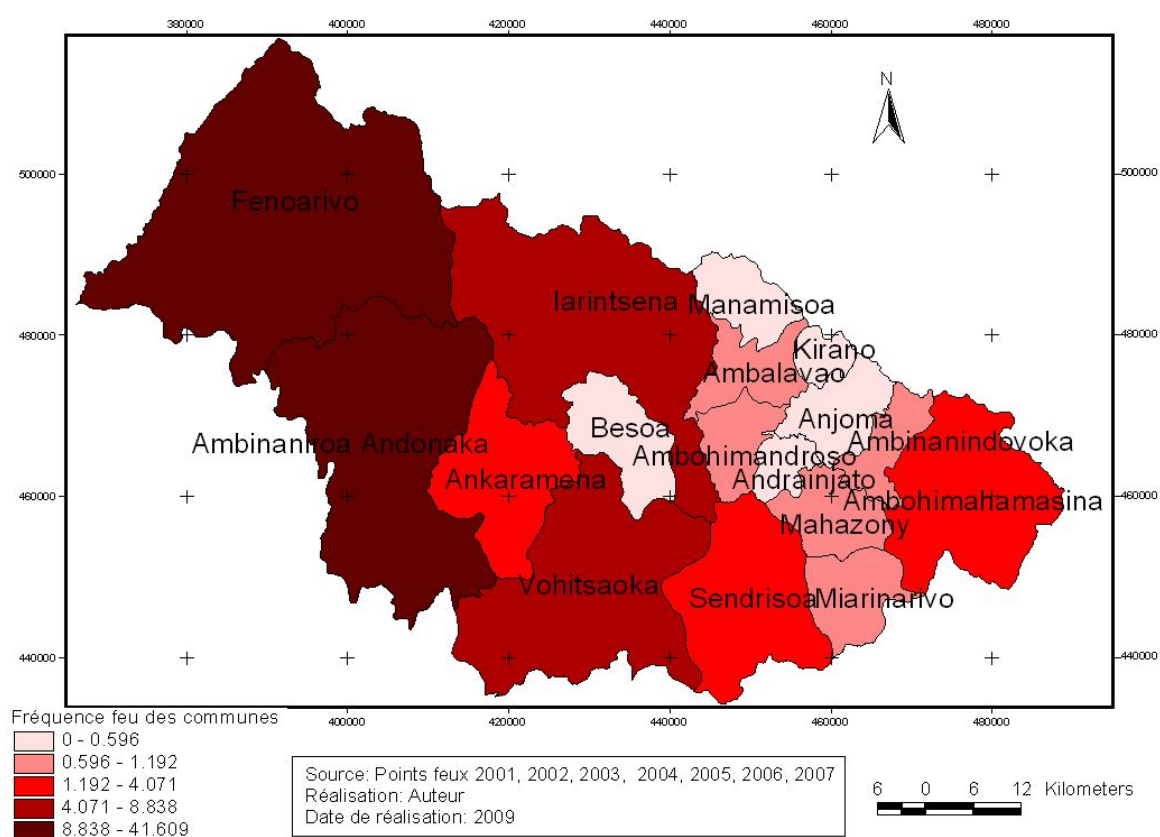
Le suivi de l'évolution du feu entre 2001 et 2007 indique que les feux se concentrent dans la partie méridionale de la zone d'étude (Cf carte 4). Cette partie est incluse dans la bande continue de feu sur les hautes terres allant de Maevatanana en passant dans la zone d'étude jusqu'à Ihosy (Cf Annexe XVI). L'élevage extensif pratiqué dans cette zone et l'abondance de savane herbeuse favorisent le feu. La commune de Sendrisoa n'est méritante que trois années (2002, 2004, 2007) sur les sept étudiées. Durant les années 2002, 2004 et 2007, les suivis satellitaires du feu de brousse dans cette commune n'ont montré aucun feu. Pendant les années 2001, 2003, 2005 et 2006, la commune de Sendrisoa est restée « à encourager » (Cf Annexe XVIII).



Carte 4 : Localisation des foyers feux dans le district d'Ambalavao période 2001-2007

1.6.2.2 Fréquence de feu

La fréquence indique le pourcentage de feu dans une commune par rapport au nombre de feu du district. Les cartes de fréquence montrent que la partie méridionale de la zone d'étude qui est caractérisée par l'abondance de savane herbeuse est la plus menacée par le feu de brousse (Cf carte 5). Entre la période 2001 jusqu'au 2007, la commune de Fenoarivo dispose le plus grand nombre de feu de brousse avec 41,6% du nombre total des feux. Viennent ensuite les communes d'Ambinaniroa Andonaka, Iarintsena, Vohitsaoka et Ankaramena qui ont respectivement 24,8%, 8,8%, 8,3% et 4,1%. Ils constituent même une menace pour les communes voisines par l'existence des feux *aforida*⁷ qui se propagent rapidement. Un cas fréquent dans la commune de Sendrisoa où des *aforida* provenant de la commune de Vohitsaoka ont été notés. La commune de sendrisoa figure au 7^{ème} rang sur les 17 communes du district d'Ambalavao avec une fréquence de 2,88%.



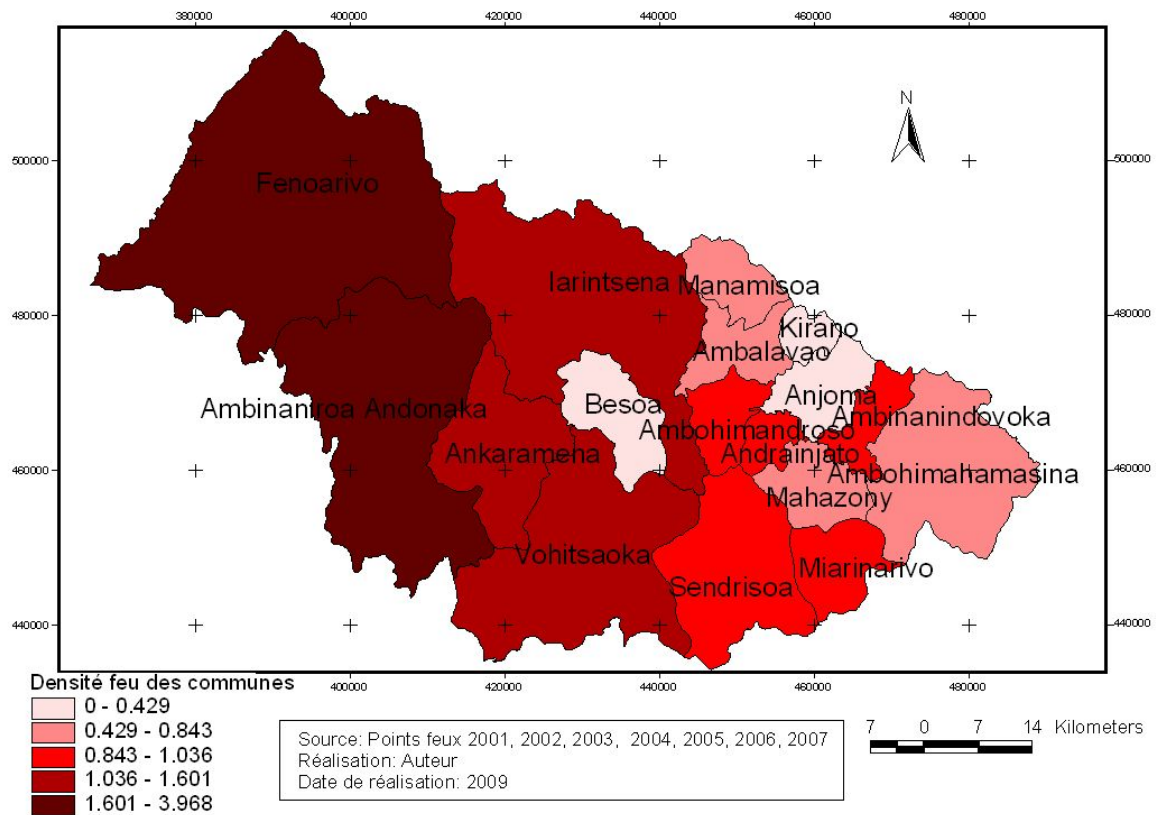
Carte 5 : Fréquence feu durant la période 2001-2007

1.6.2.3 Densité de feu

La densité renseigne sur la répartition du feu dans une unité de surface. Le résultat indiqué par la carte 6 confirme celle de la fréquence. Les communes de Fenoarivo et d'Ambinanindroa Andonaka sont les zones de prédilection des feux. Reparties sur de vaste étendue, les communes d'Iarintsena et de Vohitsaoka sont moyennement ravagées en termes de surface. La commune de

⁷ Feux sauvages dont la source vient de l'extérieur de la limite administrative

Sendisoa est classée au 9^{ème} rang parmi les 17 communes du district d'Ambalavao en terme de densité feu avec une valeur de 0,910‰.



Carte 6 : Densité feu durant la période 2001-2007

2. Cartographie

2.1 Clé d'interprétation

L'analyse des images LANDSAT 195-75 en 07 avril 1990, en 17 octobre 1999 et en 09 décembre 2004 permet de découvrir huit unités d'occupations du sol (Cf tableau 9). Les aspects d'une unité sur le support photographique dépendent de la capacité de l'objet à réfléchir les rayons lumineux. Contrairement aux cours d'eau qui absorbent entièrement les rayons lumineux et prennent une couleur foncée ; les réseaux routières, les sols nus et surtout les nuages réfléchissent la majorité des rayons et prennent une couleur claire. Les forêts absorbent aussi une quantité importante de radiation par sa quantité importante de biomasse verte et ont de couleurs foncées. Ils se distinguent des autres unités par la texture grenue due à l'agencement des couronnes. Les forêts denses sont composées de 95% d'éléments foncés et 5% d'éléments clairs. Tandis que, la forêt dégradée ne comporte que 75% d'éléments foncés et 25% d'éléments clairs. En plus de leur teinte, certaines unités se distinguent par leur forme. Les rizières sont caractérisées par leurs aspects parcellés ou des limites géométriques. Les routes et les cours d'eau s'identifient par leur allure sinueuse.

Tableau 9 : Clés de détermination

| N° | Nom | Texture | Structure | Tonalité | Forme | Localisation |
|----|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|------------|---------------------|
| 1 | Forêt dense | Grenu moyen | Régulière | Vert foncé | Variable | Partout |
| 2 | Forêt dégradée | Grenu moyen | Régulière | Vert Claire | Variable | Partout |
| 3 | Formation <i>Erica spp.</i> | Grenu fin | Lisse | Vert fluo | Variable | Crête et versant |
| 4 | Rivière et cours d'eau | Homogène | Régulière | Marron | Sinueux | Bas fond et versant |
| 5 | Rizière | Homogène | Régulière | Marron | Parcellé | Bas fond et versant |
| 6 | Sol nu | Homogène | Régulière | Gris clair | Variable | Partout |
| 7 | Route | Homogène | Régulière | Blanc | Rectiligne | Partout |
| 8 | Nuage | Homogène | Régulière | Beige | Variable | Partout |

2.2 Occupations du sol

L'occupation du sol est caractérisée par la forme, l'organisation, la répartition et l'étendue des unités d'occupation du sol. La surface totale de la commune de Sendrisoa s'étend sur une surface de 31 852ha. La forêt dense constitue 14% du territoire de la commune soit 4 551ha. La forêt dégradée et la formation *Erica spp.* constituent respectivement 8% et 5% de la commune. La commune est reconnue par sa potentialité en matière de production de riz dans la région de Matsiatra Ambony. La surface rizicole est de 1 498ha soit 5% de la commune (Cf Figure 9, Carte 7). La prise de vue de l'image satellite en 2004 a été réalisée au mois de décembre. Elle a coïncidé avec la période de pluie dans la zone d'étude. Ce qui explique l'abondance des nuages dans l'occupation du sol.

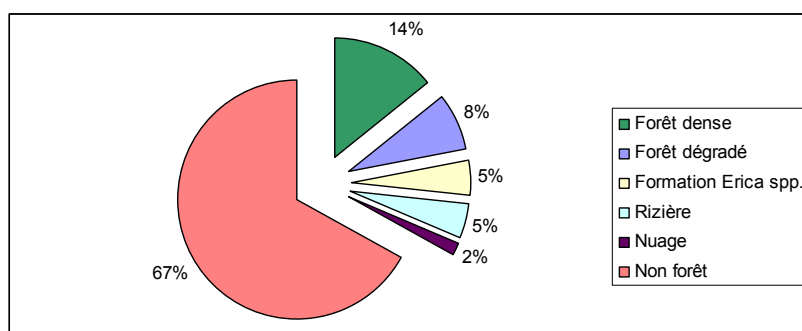
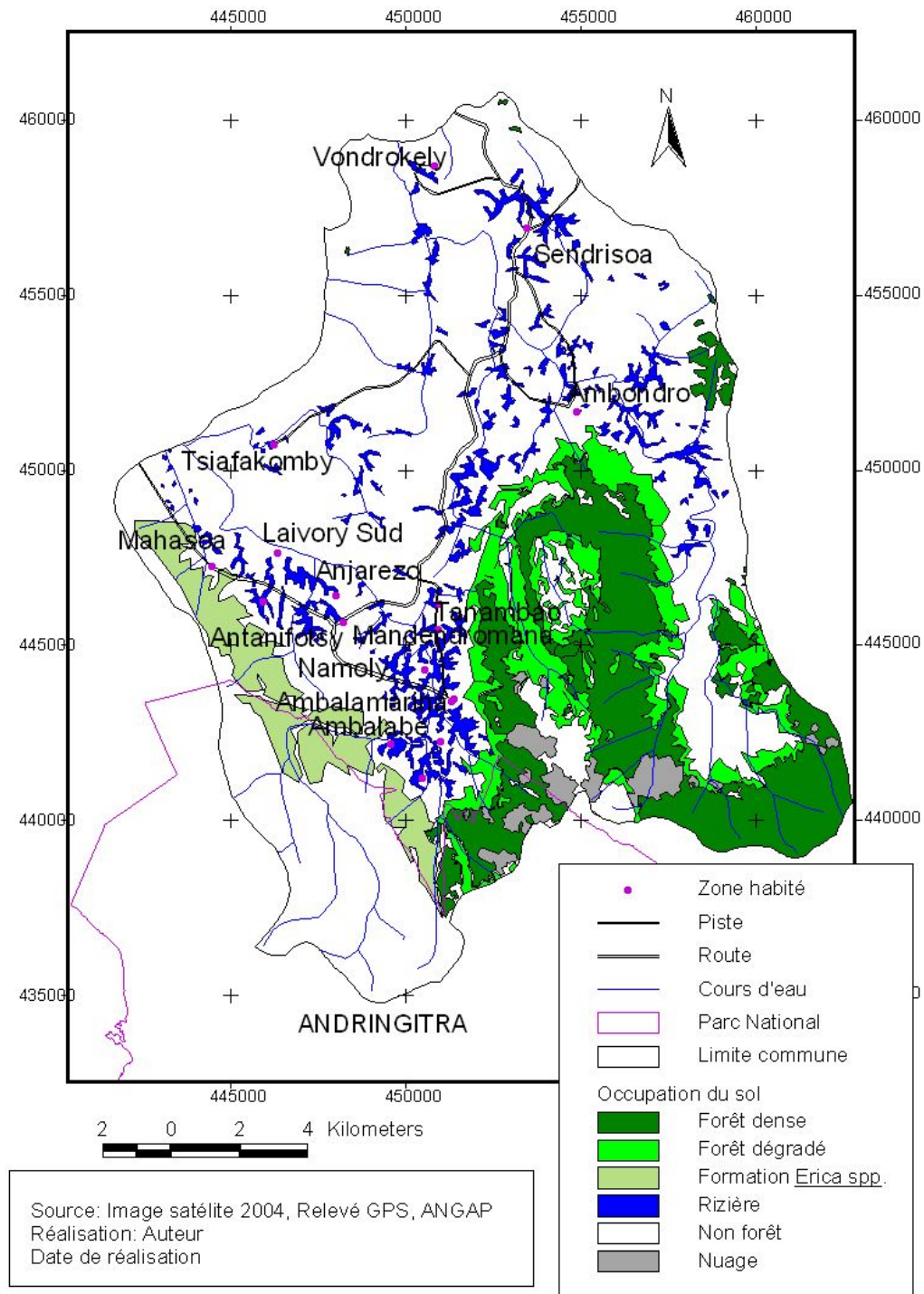


Figure 9 : Occupation du sol dans commune de Sendrisoa en 2004

2.3 Evolution de la couverture végétale

La prise en 1999 qui a été effectuée en mois d'octobre en saison sèche donne le détail sur l'occupation du sol. Par contre les deux prises d'image satellite en 1990 et en 2004 ont été effectuées en pleine saison de pluie. Les prises sont effectuées respectivement en mois d'avril et en mois de décembre. Ce qui explique l'abondance des nuages. La surface forestière dans la zone d'étude avoisine le 16% du territoire (Cf tableau 10).



Carte 7 : Occupation du sol de la commune de Sendrisoa en 2004

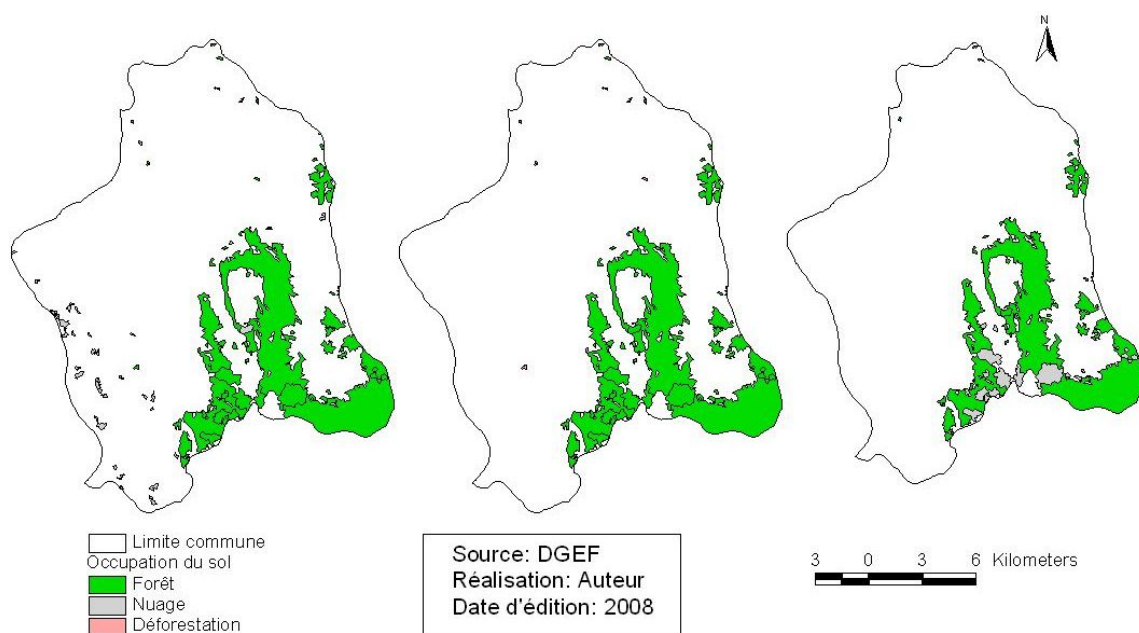
Tableau 10 : Occupation du sol 1990, 1999, 2004

| | 1990 | | 1999 | | 2004 | |
|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Occupation | Surface (ha) | Pourcentage | Surface (ha) | Pourcentage | Surface (ha) | Pourcentage |
| Forêt dense | 5 108 | 16,04% | 5 116 | 16,06% | 4 551 | 14,29% |
| Non forêt | 26 552 | 83,36% | 26 736 | 83,94% | 26 736 | 83,94% |
| Nuage | 191 | 0,60% | 0 | 0% | 565 | 1,78% |

La forêt dans la commune de Sendrisoa a connu une dégradation de 0,4% de la forêt entre la période 1990 et 1999 (Cf tableau 11 et carte 8). Par contre, aucune évolution de la surface forestière n'a été enregistrée entre la période 1999 et 2004. La dégradation de la ressource forestière entre les périodes 1990 et 1999 peut être expliquée par la révolte de la population locale pendant la crise nationale en 1991. Elle coïncide avec l'augmentation de nombre de foyer feu et de la surface incendiée.

Tableau 11 : Evolution de la surface forestière dans la commune de Sendrisoa

| 1990 | 1999 | 2004 | Surface (ha) |
|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Forêt | Forêt | Forêt | 4 523 |
| | | Nuage | 565 |
| | Non forêt | Non forêt | 20 |
| Non forêt | Non forêt | Non forêt | 26 552 |
| Nuage | Forêt | Forêt | 28 |
| | Non forêt | Non forêt | 163 |
| Total | | | 31 852 |



Carte 8 : Evolution de la couverture végétale

3. Evolution de la formation après le passage du feu

3.1 Structure floristique

3.1.1 Structure floristique de la formation intacte

3.1.1.1 Composition floristique

Les espèces recensées sur le terrain sont présentées dans la liste floristique en annexe XXIV. La forêt intacte est caractérisée par les 5 familles suivantes : RUBIACEAE (27,9%), CUNONIACEAE (16,0%), EUPHORBIACEAE (14,5%), MONIMIACEAE (5,6%) et MYRTACEAE (5,5%). Du point de vue abondance spécifique, 5 essences (Cf Annexe XXV) sont majoritaires, à savoir : *Pauridiantha tyallii* (24,7%), *Weinmannia rutenbergii* (14,2%), *Euphorbia sp.* (11,4%), *Tambourissa perrieri* (5,6%), *Eugenia vacciniifolia* (5,5%). La présence de genres caractéristiques comme *Weinmannia* et *Tambourissa* dans ce type de formation précise bien son appartenance à la forêt dense humide de moyenne altitude.

3.1.1.2 Diversité floristique

Le tableau suivant indique la richesse floristique de la formation intacte.

Tableau 12 : Richesse floristique de la formation intacte

| Diamètre (cm) | 15≤D | 5≤D<15 | 1≤D<5 | TOTAL |
|-------------------|------|--------|-------|-------|
| Nombre de famille | 25 | 26 | 22 | 31 |
| Nombre de genre | 36 | 35 | 28 | 50 |
| Nombre d'espèce | 41 | 37 | 29 | 56 |
| CM | 1/18 | 1/8 | 1/11 | - |
| Nombre d'individu | 728 | 288 | 310 | - |

L'inventaire de la formation intacte a révélé 56 espèces appartenant à 50 genres et 31 familles. Au sein des individus adultes, une espèce représente 18 individus. Pour les individus de jeune tige de diamètre entre 5≤D<15 et 1≤D<5, l'espèce ne représente que 8 et 11 individus.

3.1.2 Structure floristique de la formation post-feu moins de 30 ans

3.1.2.1 Composition floristique

Le cortège floristique et l'abondance relative des espèces sont indiqués en annexe XXVI. La formation post feu âgée de moins de 30 ans est dominée par 4 familles : CUNONIACEAE (26,6%), ARALIACEAE (18,7%), ERICACEAE (13,9%), APHLOLIACEAE (11,5%). Elle est pauvre en espèces. L'espèce *Erica floribunda* colonise la formation et supprime les autres espèces. Elle constitue 70,7% de la formation. Seules quelques espèces résistant aux feux persistent après le passage du feu : *Bridelia tulasneana*, *Agauria salicifolia*, *Schefflera vantsilana*. Ils constituent respectivement 20,8%, 15,1% et 13,2% des individus adultes. Les traces noires sur les écorces des individus adultes de ces espèces témoignent le passage du feu dans la formation. La liste exhaustive des espèces inventoriées montre aussi l'abondance des espèces pionnières à croissance rapide, à savoir : *Vaccinium secundifolium* (7,9%), *Vernonia secundifolia* (4,8%), *Aphloia theiformis* (4,3%), *Mimosa descapentriessi* (2,3%). En outre, les genres caractéristiques des formations post-feux

comme *Erica*, *Agauria* et *Pteridium* ainsi que ceux caractéristiques des formations dégradées comme *Aphloia* et *Dombeya* (KOECHLIN *et al.*, 1974) sont présents.

3.1.2.2 Diversité floristique

Le tableau suivant montre la diversité floristique de la formation post feu âgée de moins de 30 ans.

Tableau 13 : Richesse floristique de la formation post-feu âgée de moins de 30 ans

| Diamètre (cm) | 15≤D | 5≤D<15 | 1≤D<5 | TOTAL |
|-------------------|------|--------|-------|-------|
| Nombre de famille | 8 | 9 | 15 | 16 |
| Nombre de genre | 10 | 13 | 22 | 24 |
| Nombre d'espèce | 10 | 14 | 25 | 27 |
| CM | 1/5 | 1/16 | 1/40 | - |
| Nombre d'individu | 53 | 230 | 1005 | - |

Le tableau 13 indique que la formation post-feu âgée de moins de 30 ans est très pauvre en espèce. La formation ne présente que 27 espèces réparties dans 24 genres et 16 familles. Vingt ans après le passage du feu, le nombre d'espèce de la formation post-feu constitue 60% de celui la formation intacte. Pour une même unité de surface, ils sont respectivement 27 et 45 espèces. Dans les individus adultes les formations post-feux âgées de moins de 30 ans, l'espèce représente 5 individus. Les individus de grandes tailles sont rares, ce qui explique le nombre élevé de coefficient de mélange. Par contre, les espèces sont mal représentées dans les individus de jeunes tiges de diamètre inclus entre $1 \leq D < 5$ et $5 \leq D < 15$. Une espèce représente respectivement 16 et 40 individus.

3.1.3 Structure floristique de la formation post-feu âgée plus de 30 ans

3.1.3.1 Composition floristique

L'annexe XXVI montre les espèces recensées dans la formation post-feu âgée de plus de 30 ans. Ce type de forêt est caractérisé par l'abondance des familles suivantes : CUNONIACEAE (31,06%), ARALIACEAE (14,15%), ERICACEAE (9,22%), ERYTHROXYLACEAE (8,72%) et APHLOLIACEAE (8,21%). Du point de vue spécifique, cinq espèces sont majoritaires : *Weinmannia rutenbergii* (27,0%), *Polyscias ornifolia* (13,6%), *Erythroxylum corymbosum* (8,7%), *Aphloia theiformis* (8,2%). Les genres caractéristiques des formations denses humides de moyenne altitude comme *Weinmannia* et *Tambourissa* se reconstituent. Pourtant, les essences de valeur comme les *Ocotea sp.* et *Evodia sp.* sont encore absentes. Elles laissent leur place à des genres caractéristiques des formations dégradées : *Aphloia*, *Erica*, *Agauria*, *Dombeya*.

3.1.3.2 Diversité floristique

Le tableau suivant donne la diversité floristique de la formation post-feu âgée de plus de 30 ans.

Tableau 14 : Richesse floristique de la formation post-feu âgée de plus de 30 ans

| Diamètre (cm) | 15≤D | 5≤D<15 | 1≤D<5 | TOTAL |
|---------------|------|--------|-------|-------|
| FAMILLE | 15 | 12 | 20 | 23 |
| GENRE | 19 | 21 | 35 | 38 |
| ESPECE | 21 | 24 | 38 | 42 |
| CM | 1/19 | 1/12 | 1/11 | - |
| Nombre | 391 | 285 | 423 | - |

La formation post-feu âgée de plus de 30 ans commence à reprendre la diversité écologique de la formation intacte. Le nombre d'espèce de cette formation atteint 42 contre 45 pour celui de la formation intacte et 27 pour celui de la formation post-feu âgée de moins de 30 ans pour une même unité de surface. Pourtant, le coefficient de mélange reste faible. Une espèce est représentée par 19 individus adultes, 12 individus de diamètre entre $5\text{cm} \leq D < 15\text{cm}$ et 11 individus de diamètre entre $1\text{cm} \leq D < 5\text{cm}$.

3.2 Structure verticale

3.2.1 Structure verticale de la formation intacte

3.2.1.1 Structure de hauteur

La figure suivante montre la répartition des tiges par classe des hauteurs de la formation

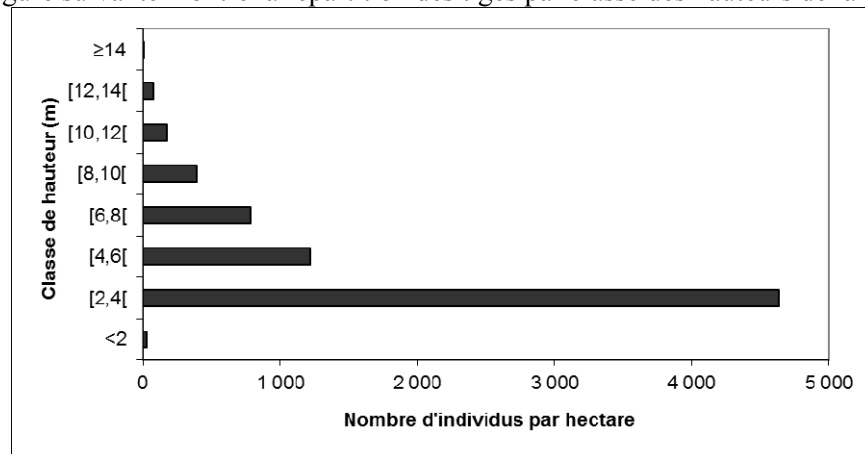


Figure 10 : Répartition des tiges par classe de hauteur des formations intactes

La figure 10 laisse apparaître deux strates bien distinctes. La strate inférieure est composée d'individu de diamètre inférieur à 4 m de hauteur. Cette strate est caractérisée par les espèces suivantes : *Pauridiantha tyallii* (37,0%), *Weinmannia rutenbergii* (16,4%), *Euphorbia sp.* (13,5%) et *Erythroxylum corymosum* (5,6%). Tandis que la strate supérieure constituée d'individus supérieurs à 4 m de hauteur est dominée par : *Weinmannia rutenbergii* (12,8%), *Tambourissa perrieri* (10,3%), *Eugenia vacciniifolia* (9,9%) et *Euphorbia sp.* (9,8%). Les émergents peuvent atteindre 14 m de hauteur.

3.2.1.2 Profil structural

La figure suivante illustre l'agencement des formations sur le plan vertical. Le profil structural montre la répartition des individus de diamètre supérieur à 10 cm par classe de hauteur. Il

confirme l'existence de deux strates au niveau de la formation. La strate inférieure composée d'individus inférieurs à 4 m de hauteur est caractérisée par *Pauridiantha tyallii*. La projection horizontale de la formation intacte montre un recouvrement relativement bon. Le degré de recouvrement est de 57,1%. Ce recouvrement élevé entretient une humidité permanente au sein du sous-bois et de la strate inférieure et constitue ainsi une barrière contre les feux de végétation.

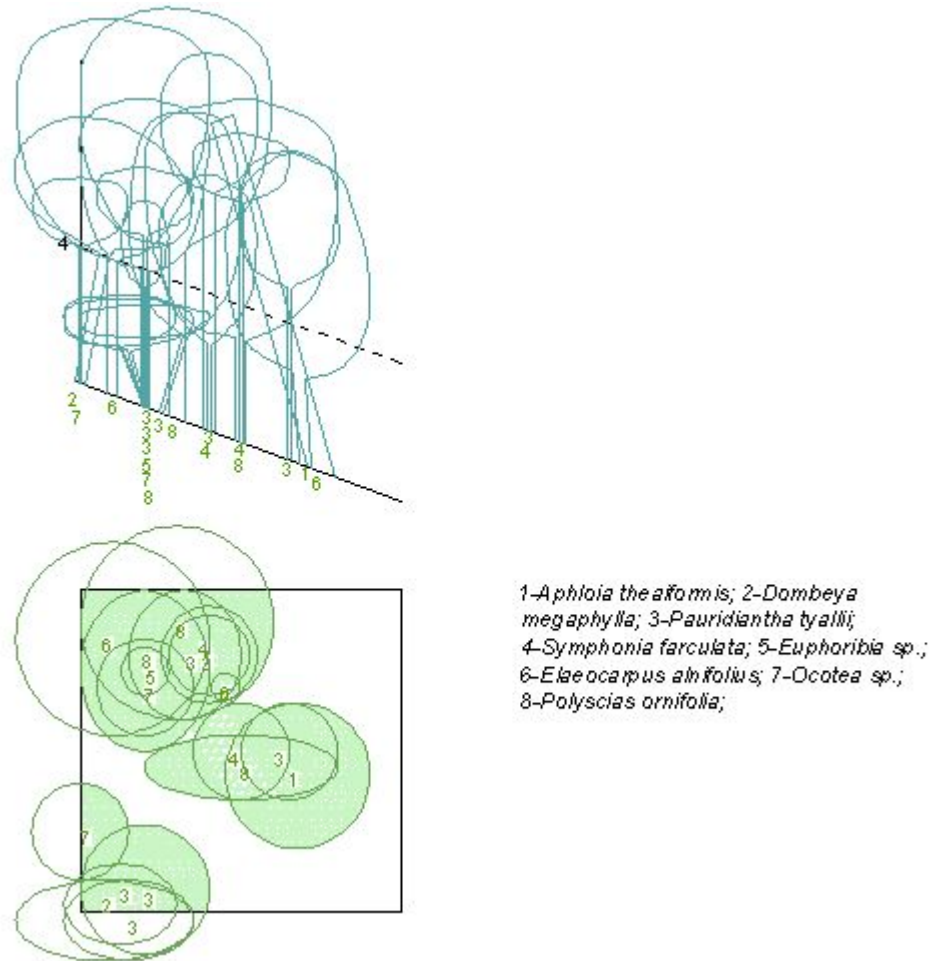


Figure 11 : Profil structural et projection des houppiers de la formation intacte

3.2.2 Structure verticale de la formation post-feu moins de 30 ans

3.2.2.1 Structure de hauteur

La figure suivante montre la répartition des individus de la formation post-feu de moins de 30 ans suivant la classe de hauteur. Cette formation a une tendance monostrate. La dégradation de la forêt a entraîné une réduction du nombre de strates. La formation est constituée d'individus de petite taille. Environ 99,1% de la population sont inférieures à 4 m de hauteur (Cf figure 12).

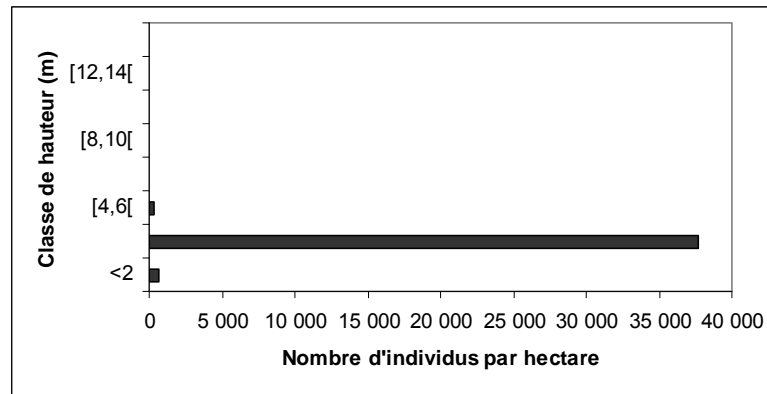


Figure 12 : Répartition des tiges par classe de hauteur des formations post-feux moins de 30 ans

3.2.2.2 Profil structurale

La figure 13 montre l'agencement de la végétation de la formation post-feu de moins de 30 ans. Le profil structural confirme le résultat de la structure de hauteur. Les individus de cette formation dépassent rarement de 4 m de hauteur. La formation est pauvre en individus de grande taille. L'étude du profil structurale n'a révélé qu'un seul individu de diamètre supérieur à 10 cm dans l'unité d'échantillonnage. Il est constaté à partir de la figure 13 que le recouvrement de la formation post feu moins de 30 ans est très faible. Le degré de couvert est de 5,0%. Cette formation ouverte constitue une proie idéale aux feux. Les sous-bois sont exposés aux insolation et sont ainsi facilement inflammable.

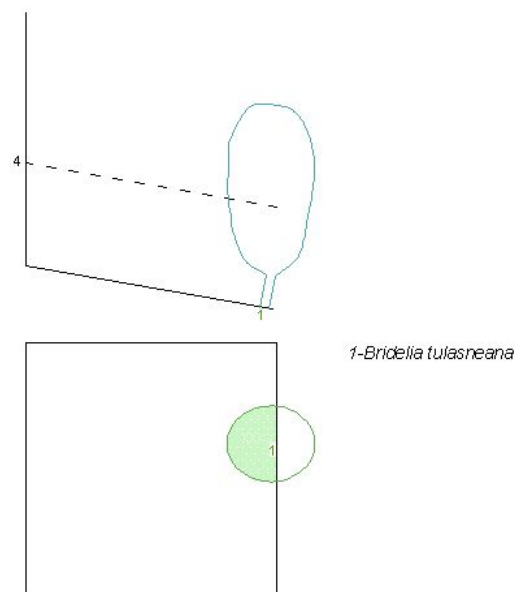


Figure 13 : Profil structural et projection des houppiers de la formation post-feu plus de 30ans

3.2.3 Structure verticale de la formation post-feu plus de 30 ans

3.2.3.1 Structure de hauteur

La figure 14 indique la répartition des individus suivant la classe de hauteur.

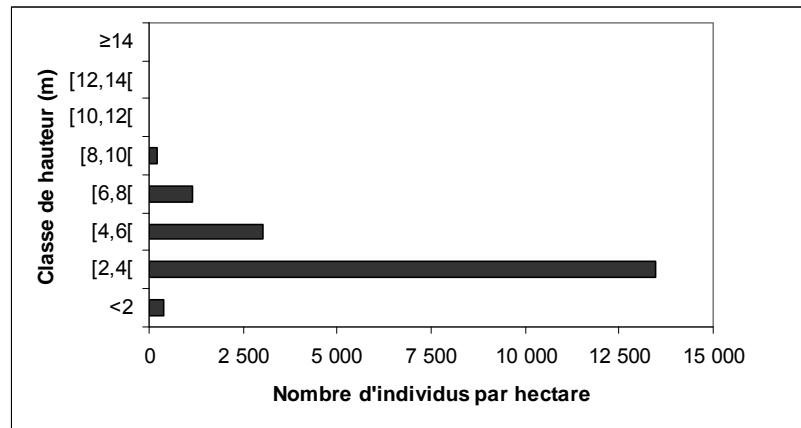


Figure 14 : Répartition des tiges par classe de hauteur des formations post-feux moins de 30ans

L'analyse de ce résultat permet de constater qu'après plusieurs dizaines d'années sans perturbation, les strates de la formation post-feu peuvent se reconstituer. La formation post-feu plus de 30 ans disposent deux strates. La strate inférieure est constituée par des individus de taille inférieure à 4 m. Elle est caractérisée par les essences suivantes : *Weinmannia rutenbergii* (32,7%), *Polyscias ornifolia* (13,2%), *Erythroxylum corymosum* (9,7%) et *Aphloia theiformis* (6,1%). Tandis que la strate supérieure est dominée par les espèces suivantes : *Polyscias ornifolia* (16,7%), *Aphloia theiformis* (16,0%), *Weinmannia rutenbergii* (12,9%) et *Weinmannia bojeriana* (11,9%). Les émergents atteignent 12 m de hauteur.

3.2.3.2 Profil structural

La figure 15 illustre le profil structural de la formation post-feu plus de 30 ans.

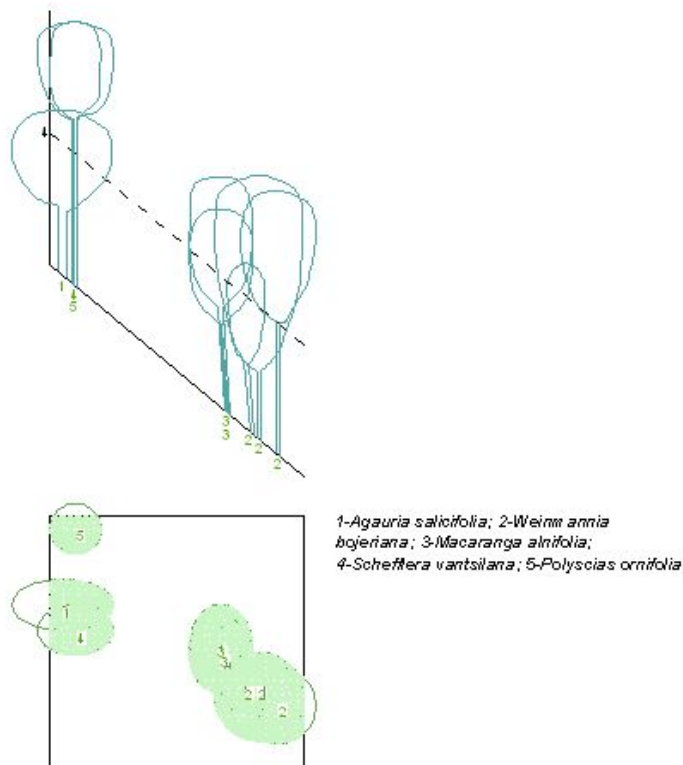


Figure 15 : Profil structural et projection horizontale de la formation post-feu moins de 30ans

La figure 15 montre que les individus de taille supérieure à 10 cm de diamètre commencent à être abondants. Pourtant, ils sont relativement de petite taille comparée à celle de la formation intacte. Le recouvrement s'améliore par rapport à la formation post-feu moins de 30 ans. Pourtant, elle n'atteint que la moitié de la formation intacte en dépit de la protection de plusieurs dizaines d'année. Le degré de recouvrement de la formation post-feu plus de 30 ans est de 25,2%.

3.3 Structure horizontale

3.3.1 Abondance

Le nombre de tiges à l'hectare de chaque type de formation est représenté par l'histogramme de la figure 16. Les formations post-feu sont riches en individus de jeune tige. Les individus de diamètre inférieur à 5 cm de diamètre constituent respectivement 94 et 82% de la formation post-feu âgé de moins de 30 ans et la formation post-feu âgée de plus de 30 ans contre 73% pour celle de la formation intacte. Les individus des formations post-feux âgées de moins de 30 ans dépassent rarement 40 cm de diamètre. Après le passage du feu, les individus adultes sont ravagés par les feux et ces derniers favorisent la régénération des jeunes tiges. Ils commencent à se réinstaller dans les formations post-feux âgées plus de 30 ans. Pourtant, les individus ne dépassent pas de 65 cm de diamètre. Dans les formations intactes, la répartition des individus suivant les classes de diamètre semble être bien équilibrée (Cf Annexe XXVIII). Les individus adultes atteints 150 cm de diamètre.

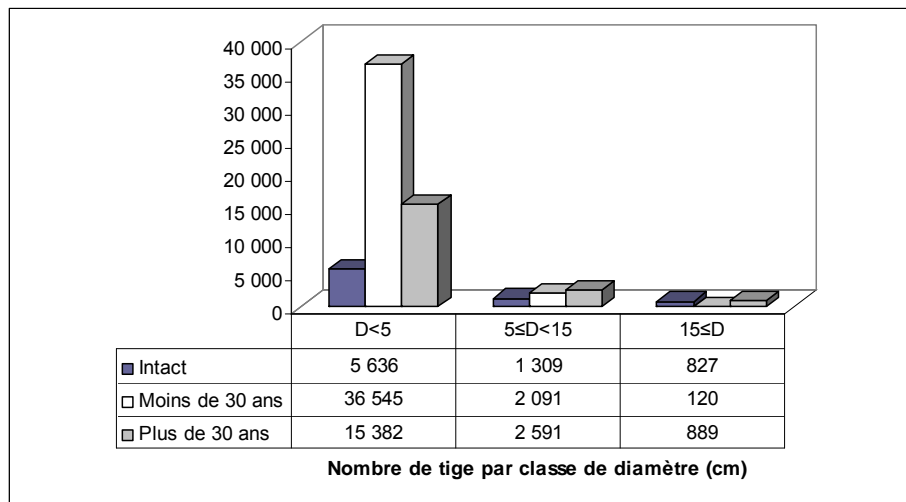


Figure 16 : Abondance absolue des trois types de formation (individus/ha)

3.3.2 Dominance

La figure 17 montre la dominance absolue par hectare des trois types de formation suivant la classe de diamètre. Le résultat indique que la formation intacte dispose une surface terrière élevée. La dominance de cette formation est de 75,4 m²/ha contre 31,3 m²/ha et 55,7 m²/ha respectivement de ceux des forêts post-feux âgées de moins de 30 ans et âgées de plus de 30 ans. Les individus de la formation intacte sont de grandes tailles et occupent de grande partie de la surface. Il a été noté que

le passage du feu détruit les individus de grande taille et provoque la dominance des jeunes tiges. Après des dizaines d'années de protection la formation se reconstitue de façon progressive.

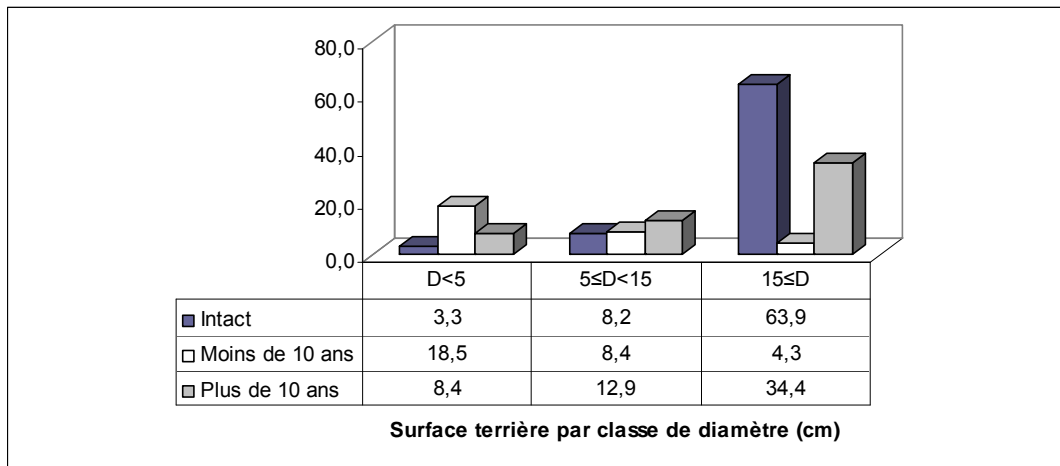


Figure 17 : Dominance absolue des trois types de formation (m²/ha)

3.3.3 Biovolume

Les résultats de calcul du volume de la biomasse sont représentés dans le Figure 18.

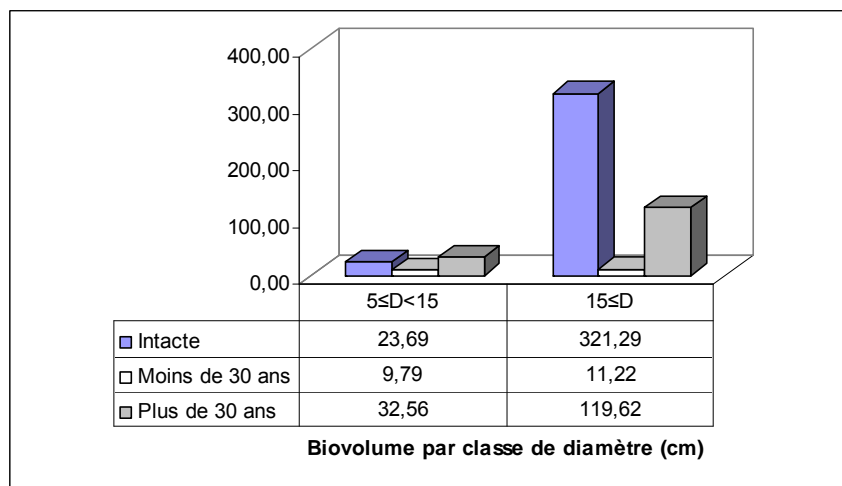


Figure 18 : Contenance des trois types de formation (m³/ha)

La formation intacte riche en individus de grosse tige possède un biovolume élevé. La zone d'étude dispose d'une potentialité en bois exploitable. Cette potentialité est menacée par le feu. Les formations post-feux qui sont constituées d'individus à la fois de diamètre relativement faible et de petite taille ont un biovolume relativement faible. Plusieurs dizaines d'années après le passage du feu la formation commence à se reconstituer. Le biovolume de la formation intacte est de 350,03m³ contre 90,00m³ et 329,47m³ respectivement de celui de la formation post-feu âgé de moins de 30 ans et âgé de plus de 30 ans.

Néanmoins, le biovolume des jeunes tiges des formations post feu de plus de 30 ans est supérieur à celui de la formation intacte. Ce type de formation est constitué principalement par des

individus de faible diamètre. Ce qui explique le biovolume relativement élevé des individus de jeunes tiges compris entre 5 et 15 cm de diamètre.

3.3.4 Structure totale

La figure 19 indique la distribution du nombre de tiges à l'hectare selon les différentes classes de diamètre des formations. L'histogramme montre que le nombre de tiges à l'hectare évolue d'une façon exponentiellement négative, l'effectif diminue quand le diamètre augmente. Les formations sont très dynamiques, c'est la caractéristique commune des forêts naturelles.

L'abondance absolue de la formation post-feu moins de 30 ans est élevée. Elle est de 28 757 individus/ha contre 7 773 et 18 867 respectivement celle de la formation intacte et des formations post-feu plus de 30 ans. Pourtant, il a été constaté que les formations post-feux sont pauvres en individus de grande taille. Les individus de la formation post-feu âgée de moins de 30 ans atteints rarement de 40 cm de diamètre. Après plusieurs années de conservation, la taille des individus s'améliore. Pourtant, elle ne dépasse pas de 65 cm de diamètre.

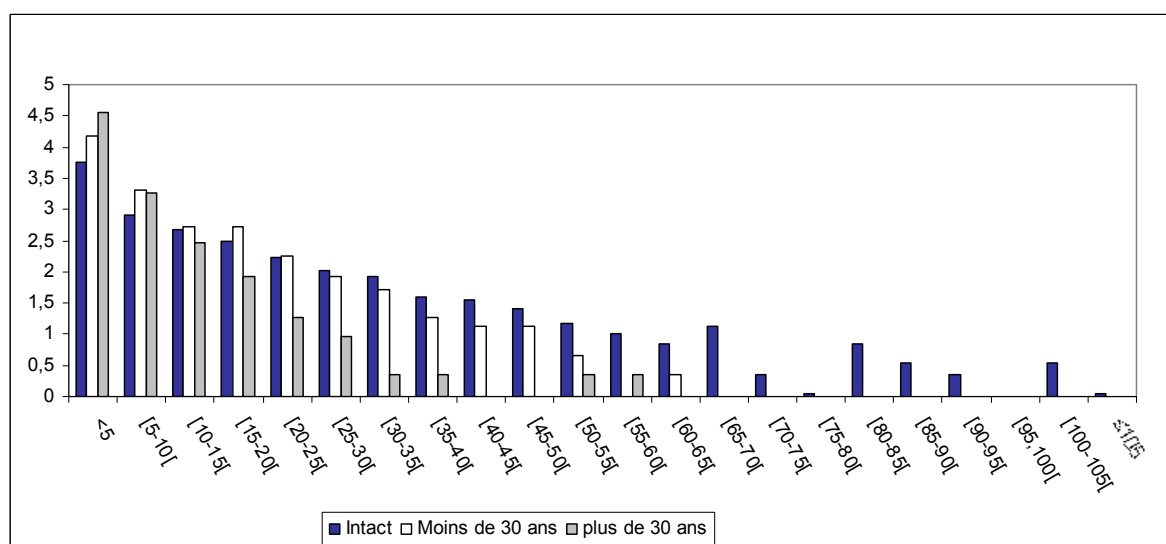


Figure 19 : Structure totale (individus/ha)

3.4 Evolution de la formation post feu

3.4.1 Résultat de l'Analyse en composante principale de la formation post feu

L'ACP étudie les liaisons des variables entre elles. Les résultats sont montrés par la figure suivant.

Le plan factoriel absorbe environ 74% de la variance totale. Le premier axe qui absorbe 59% de l'inertie totale est caractérisé essentiellement par l'âge de la formation à partir du passage du feu (FEU), le biovolume (V), la richesse spécifique (ESPECE) et le coefficient de mélange (CM). Tandis que, le deuxième axe qui représente 15% de l'inertie est constitué essentiellement par l'abondance absolue (N), la dominance absolue (G) et l'altitude (ALTITUDE).

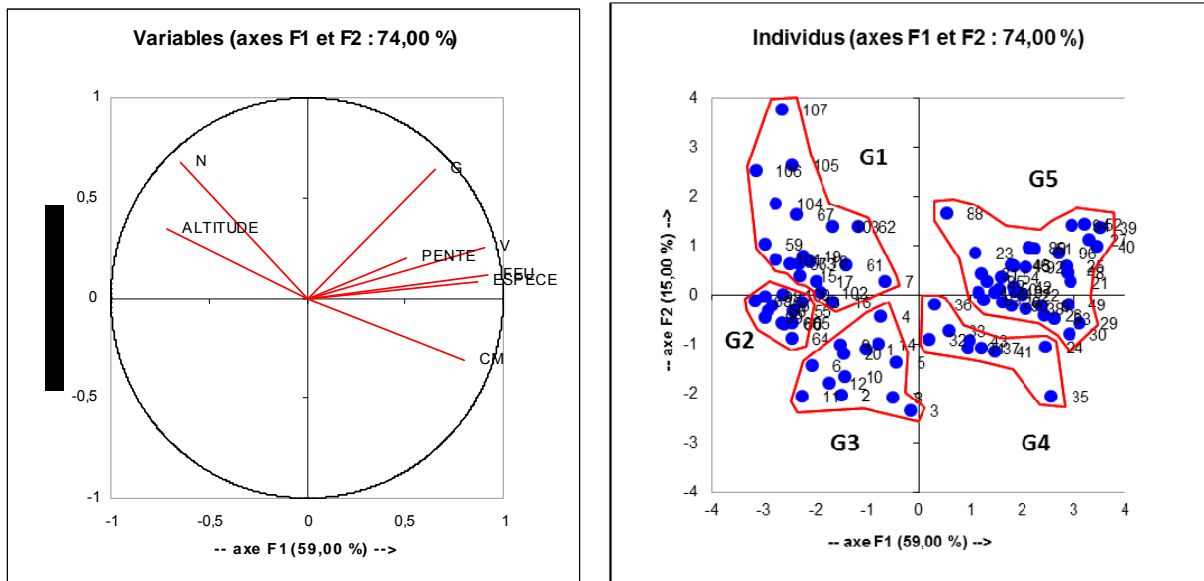


Figure 20 : Cercle de corrélation et Projection des parcelles de l'ACP de la formation post-feu

Le cercle de corrélation (figure 20) et la matrice de corrélation (Annexe XXX) montrent que la richesse spécifique, le coefficient de mélange, la surface terrière et le biovolume augmente avec le temps de conservation de la ressource forestière. Ce qui signifie que la reconstitution de la formation est favorisée par l'absence de feu. Elle améliore la diversité floristique et sa productivité. Par contre, au fil des années où le feu est absent et que la ressource est conservée, l'abondance absolue diminue. Les individus augmentent de taille et la compétition au sein de la population élimine les moins performants.

La pente, la richesse spécifique, le coefficient de mélange, l'abondance relative, la dominance relative et le biovolume sont orientés dans un même sens. Ceci indique que les formations situées sur des pentes relativement élevées sont riches en diversité spécifique et ont une potentialité en biomasse.

L'élévation de l'altitude entraîne l'augmentation de l'abondance absolue. Pourtant elle provoque la diminution de la richesse spécifique, du coefficient de mélange, de la dominance absolue et du biovolume. A mesure qu'on s'élève, la formation est exposée à un environnement plus rigoureux (NEWMAN, 1990), ce qui reflète la réduction de la potentialité productive et de la richesse de la formation.

La projection des parcelles sur le plan (Figure 20) permet de distinguer deux grands groupes facilement identifiables. Premièrement les formations post-feux âgées de moins de 30 ans qui regroupent les sous-groupes G1, G2 et G3. Deuxièmement, les formations post-feux plus de 30 ans constituées par les sous-groupes G4 et G5.

Les formations post-feux moins de 30 ans sont pauvres en richesse spécifique, en coefficient de mélange et en potentialité productive. Ils sont composés par les sous groupes suivants :

- **Groupe 1 :** Ce sont des parcelles situées sur des altitudes relativement élevées. Le groupe est caractérisé par de abondances absolues et des dominances absolues élevées. La population est très serrée.

- **Groupe 2 :** Il correspond à des parcelles qui se trouvent à des altitudes moyennes. C'est le groupe le plus pauvre en espèce, en coefficient de mélange et en biovolume. Non seulement que ce type de formation est pauvre en diversité floristique mais aussi la répartition des individus aux seins des espèces est déséquilibrée. L'abondance des individus de jeune tige réduit la potentialité en biomasse de la formation.

- **Groupe 3 :** Les parcelles dans ce groupe sont localisées sur des zones de basse altitude. Les formations végétales dans ce groupe sont à l'abri des conditions climatiques rigoureux des crêtes et bénéficie des terres fertiles des bas fonds et de ces alentours. Ce qui explique la richesse spécifique, le coefficient de mélange et le biovolume relativement élevés. C'est le groupe le plus diversifié, hétérogène et le plus producteur dans formation post-feu moins de 30 ans.

La formation post-feu plus de 30 ans est riche en diversité floristique, hétérogène et dispose d'une potentialité en biomasse. Elle regroupe les types de formation suivants :

- **Groupe 4 :** Les parcelles dans ce groupe se trouvent sur des sites de basse altitude. Elles sont caractérisées par l'abondance, la dominance, la richesse spécifique, le coefficient de mélange et le biovolume relativement faible. Situées aux alentours du village, ces parcelles subissent constamment de l'écroulement de bois d'œuvre et de bois d'énergie pour l'usage locale. Ce qui explique la faible diversité floristique, l'homogénéité de la formation et la faible potentialité en biomasse.

- **Groupe 5 :** Les parcelles dans ce groupe se situent sur des altitudes élevées. Contrairement au groupe 4, le groupe 5 détient une richesse floristique, coefficient de mélange, abondance, dominance et biovolume élevés. L'absence de passage de feu sur ces formations a permis la reconstitution de leur diversité floristique, de leur hétérogénéité de la formation et de leur potentialité de production de biomasse.

3.4.2 Resultat de l'Analyse de variance de la formation post feu

Concernant les paramètres liés aux variables dendrométriques, la surface terrière et le biovolume des formations intacts, formation post feu moins de 30 ans et post feu plus de 30 ans présente une différence significative (cf tableau 15). La différence des moyennes des l'abondance des individus est significative pour la formation post feu et la formation intact. Par contre, elle n'est pas significative pour la formation post feu moins de 30 ans et post feu plus de 30 ans.

Quant aux caractéristiques floristiques, l'analyse de variance des deux formations formation post feu a montré une différence significative sur la moyenne du nombre des espèces et le Coefficient de Mélange.

Le tableau suivant récapitule le résultat de l'analyse de variance.

Tableau 15 : Résultat de l'ANOVA

| Modalité | N/ha | G/ha | V/ha | Espèce | CM |
|-------------------------|-------|----------|----------|----------|----------|
| Intact | 7772A | 72A | 344A | | |
| Post feu plus de 30ans | 5000B | 47B | 165B | 9A | 0,057A |
| Post feu moins de 30ans | 4763B | 12C | 44C | 3B | 0,015B |
| P | 0,002 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 |

3.5 Evolution de la prairie après le passage du feu

La figure 21 indique le résultat de l'ACP de la prairie.

Le plan factoriel absorbe 54% de la variance. Le premier axe qui représente 30% de l'inertie totale est constitué principalement par le recouvrement ligneux dominé par *Erica spp.* (R *Erica spp.*), l'abondance de *Erica cryptoclada* (*Erica cryptoclada*), le nombre d'espèces de la famille de CYPERACEAE (CYPERACEAE), le nombre de la famille de ORCHIDACEAE (ORCHIDACEAE) et la richesse floristique (Espèce). Tandis que le deuxième axe qui absorbe 24% de l'inertie est caractérisé par le recouvrement des graminées associées aux CYPERACEAE (R Graminée + CYPERACEAE), l'abondance *Erica floribunda* (*Erica floribunda*), le nombre d'espèces de POACEAE (POACEAE) et la richesse floristique (Espèce).

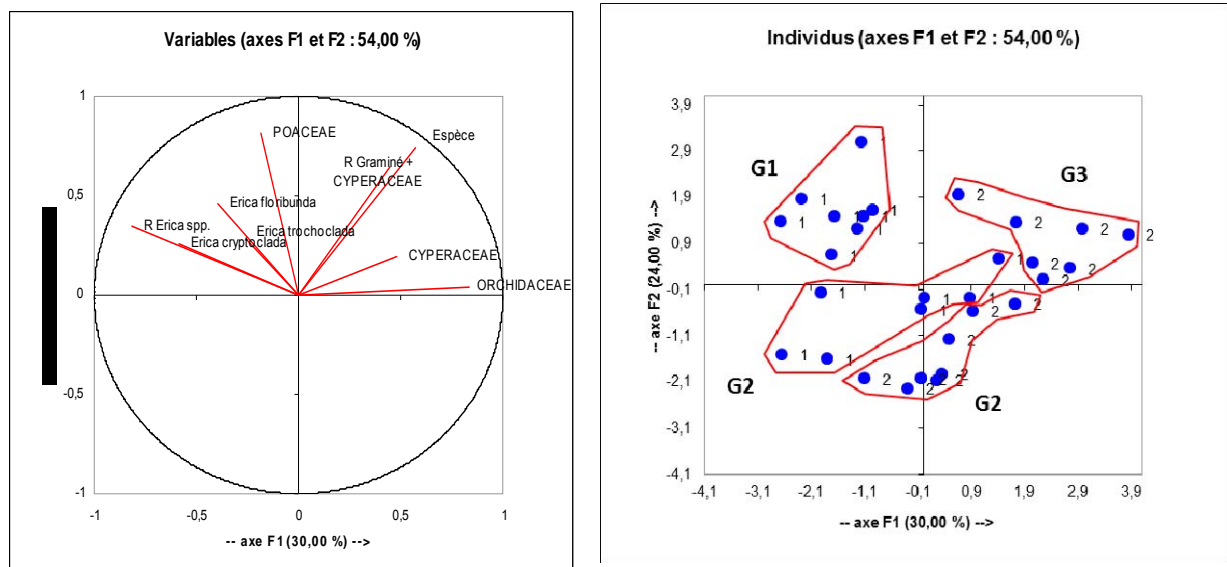


Figure 21 : Cercle de corrélation et projection des parcelles de l'ACP du suivi écologique de la prairie

Le cercle de corrélation (figure 21) et la matrice de corrélation (cf annexe XXXII) indique que la richesse spécifique de la prairie, le nombre d'espèce d'ORCHIDACEAE, le nombre d'espèce de POACEAE et le recouvrement des graminées (POACEAE) avec les CYPERACEAE évoluent dans le même sens. Ce qui signifie que la diversité floristique de la formation s'enrichit avec les orchidées qui ont une valeur écotouristique, l'abondance des espèces fourragères (POACEAE et

CYPERACEAE) et le nombre d'espèce de CYPERACEAE. Par contre, le nombre d'espèce de POACEAE augmente avec le recouvrement des ligneux dominés par *Erica spp.*.

Le recouvrement de *Erica spp.* et le nombre d'espèces de ORCHIDACEAE évoluent dans deux sens opposés. Ceci indique que la domination de *Erica spp.* entraîne l'appauvrissement en espèce d'ORCHIDACEAE. Cette situation a des impacts sur l'écotourisme car les orchidées figurent parmi l'attraction dans le parc.

Le plan factoriel retient 54% de l'inertie. Le premier axe qui absorbe 30% de l'inertie est représenté par l'abondance d'ORCHIDACEAE, la richesse spécifique, le nombre d'espèce de CYPERACEAE, le recouvrement de graminées et CYPERACEAE et l'abondance de *Erica floribunda*. Le deuxième axe qui absorbe 24% de l'inertie est caractérisé par le nombre d'espèce appartenant au POACEAE, la richesse spécifique, le recouvrement des graminées avec les CYPERACEAE et l'abondance d'*Erica floribunda*. Le résultat de l'ACP montre deux grands groupes bien distinct : la formation avant le feu et celle après le passage du feu.

Avant le passage du feu, les prairies sont dominées par les *Erica spp.*. L'abondance d'*Erica cryptoclada* a été notée. Ce qui explique la faible richesse spécifique et la pauvreté en espèce de CYPERACEAE et de ORCHIDACEAE. Ce type de formation se subdivise en deux sous groupes :

- **Groupe 1 :** les parcelles dans ce groupe sont recouvertes de Graminée et de CYPERACEAE. L'abondance de l'espèce *Erica floribunda* est remarquée. Elles sont caractérisées par une diversité floristique et le nombre d'espèces de POACEAE élevée.

- **Groupe 2 :** Il regroupe les parcelles pauvres en potentialité fourragère (Graminée, CYPERACEAE) La diversité floristique est aussi faible.

Après le passage du feu, le recouvrement de ligneux à base d'*Erica spp.* et l'abondance d'*Erica cryptoclada* diminuent. Les prairies post-feu sont riches en espèces et disposent un nombre d'espèces d'ORCHIDACEAE et de CYPERACEAE élevé. Le feu n'améliore pas seulement la qualité du pâturage mais surtout augmente la potentialité écotouristique du site. Ce type de formation se divise en deux sous groupes :

- **Groupe 3 :** Ce sont des parcelles relativement pauvres en diversité floristique et en nombre d'espèces de POACEA. Le recouvrement des espèces fourragères est aussi faible

- **Groupe 4 :** Il est constitué par les prairies post-feux recouvertes de graminée et de CYPERACEAE. Le passage du feu dans ces parcelles entraîne l'augmentation de la richesse spécifique et du nombre d'espèce de POACEAE.

Partie IV : DISCUSSION ET RECOMMANDATION

Partie IV DISCUSSION ET RECOMMANDATION

1. Discussion

1.1 Discussion méthodologique

D'une manière générale, la méthodologie utilisée est reproductible. Elle est adaptée à l'étude de l'évolution du feu de végétation et de l'évaluation de son impact sur la zone forestière et ses périphéries. L'étude pourrait étendre dans d'autres régions pour servir d'outil de décision dans la gestion durable des ressources naturelles. Les résultats de l'étude devraient être pris en compte dans l'élaboration de la politique de lutte contre le feu de végétation.

1.1.1 Enquêtes

La discussion sur le feu de brousse suscite une méfiance de la part de la population locale. Suite à la cohésion sociale et par la crainte de vengeance, la population locale a peur de dénoncer la principale source de feu de brousse. La méthodologie d'enquête informelle est ainsi mise en œuvre afin de laisser la population locale s'exprimer librement. Cette méthode fournit des informations fiables sur les causes, l'évolution, l'impact du feu de végétation et les actions menées dans la zone d'étude dans la lutte contre ce fléau.

La décente sur terrain a coïncidé avec la période de pic du feu de brousse. Elle permet la collecte de surplus d'informations par le biais d'observation. Ce dernier assure la fiabilité des données récoltées.

1.1.2 Inventaire

Dans les formations intactes, le recouvrement élevé des formations n'a pas été favorable aux relevés des coordonnées géographiques et de l'altitude de certaines parcelles. Quelques points dans la direction du transect ont été relevés pour avoir une idée sur l'emplacement des placettes.

L'inventaire a pour but d'apprécier l'impact du feu sur la végétation. La méthodologie est déterminée suivant l'état de la formation et l'âge de la formation après le passage du feu. Dans les strates post-feux, la distance entre les placettes a été fixée de 50 m dans le but de prélever le maximum d'échantillon. Dans les strates intactes, la distance a été de 100 m. Cette dernière strate sert de témoins. L'étude de ces deux formations a permis de mesurer l'impact du feu sur les ressources forestières, d'apprécier l'impact du passage du feu sur la végétation et son habitat, d'analyser la structure de la forêt ravagée par le feu et de les comparer avec les formations intactes. La stratification des formations post-feux suivant l'âge de la formation permet de suivre son évolution suivant le temps.

1.1.3 Etude cartographique

1.1.3.1 Evolution de la couverture végétale

Deux prises de vue de l'image satellite sur les trois utilisées pour l'étude de l'évolution de la couverture végétale ont été effectuées en pleine saison de pluie. Ce qui explique l'abondance des

nuages pour les prises de 1990 et 2004. Ainsi, les occupations issues de ces deux clichés ne reflètent pas la réalité la réalité sur l'occupation du sol.

Pourtant, l'étude de l'occupation du sol à partir des images satellites est adéquate à une étude à l'échelle régionale comme le cas du corridor. Il permet de suivre l'évolution de la couverture végétale dans le temps et dans l'espace à un coût relativement moins élevé.

La période de descente sur terrain est favorable au recoupement des études cartographiques préalables. En effet, elle a été réalisée en saison sèche. Cette période permet une meilleure identification des unités de paysage et analyse des précartes. Elle constitue une condition idéale qui assure la précision des études cartographiques.

1.1.3.2 Suivi satellitaire du feu de végétation

Le suivi satellitaire du feu présente quelques limites. Il ne donne pas des informations sur la surface des feux. La superficie brûlée par les feux individuels ne peut pas être directement dérivée du nombre de « Pixel chauds » enregistré (DGEF, 2007). La couverture de nuage empêche la détection du feu par le satellite ; cette situation peut biaiser les résultats en saison de pluie. Dans une zone forestière comme la partie est de la zone d'étude, les feux à basse intensité sous une canopée fermée des arbres ne peuvent pas être identifiés. Le comptage du feu peut donc être sous estimé suivant le type de couverture végétale. Le reflet du soleil sur l'eau peut être confondu à l'algorithme de détection de feu. Ce pendant cette dernière situation demeure rare.

Pourtant, le suivi satellitaire du feu constitue un système permettant de mieux comprendre la dynamique spatio-temporelle des feux de végétation (MINENVEF & MNP, 2007). Il aide à l'organisation de la campagne de lutte contre le feu et au choix des zones prioritaires. Le système permet d'avoir, à un très bref délai, des informations précises sur l'existence d'éventuelle menace de feu et sa localisation. Il constitue un outil de décision rapide concernant la lutte active contre le feu pour les parties prenantes dans la gestion des ressources naturelles et la lutte contre ce fléau. De plus, le suivi satellitaire du feu renforce l'intégration entre les parties prenantes dans la lutte contre le feu. Pour son efficacité, il exige la collaboration entre : l'administration forestière, l'autorité administrative, le MNP, le VOI, le JARIALA, le ERI, la Conservation International, NY TANITSIKA et surtout la population locale. Les informations issues du suivi satellitaire du feu nécessitent des compléments d'informations de la part des parties prenantes. La combinaison de ce système avec l'observation sur terrain donne des informations détaillées.

1.2 Discussion du résultat

1.2.1 Conséquence du feu sur la végétation et l'agriculture

1.2.1.1 Impact sur les pâturages et les savanes

Le feu de végétation est utilisé par la population pour le renouvellement des pâturages. A court terme, il permet de remplacer les herbes sèches qui deviennent impropres à la consommation des bétails. Ces herbes forment un barrage empêchant les bovins d'atteindre les repousses tendres au pied des touffes. Le feu permet de se procurer des repousses d'herbes fraîches pour leur bétail. Il favorise

l'installation des espèces fourragères en augmentant le nombre d'espèce de CYPERACEAE. Le feu de renouvellement de pâturage facilite la divagation des bétails en éliminant les broussailles. Il assure ainsi la survie des cheptels qui commence à être repoussée par l'extension des terrains de culture. Du point de vue écologique, le feu élimine les espèces envahissantes qui sont nuisibles au niveau de l'écosystème (RANDRIANASOLO, 2006a ; CARRIERE & RANDRIANASOLO, 2006; QUETIN et al., 1995 ; DENSLOW, 2003). Depuis 1995, l'envahissement de *Phillipia spp.* a été constaté dans la zone d'étude (BLOESCH et al., 2000). Le feu enrichit aussi la zone en ORCHIDEAE.

Néanmoins, l'effet répétitif des feux détruit les plantes fourragères. Les dégâts sont considérables pour la pratique tardive des feux. Pendant la saison sèche les parties aériennes de la plante en repos végétatif sont desséchées. Le feu brûle toutes les parties des plantes y compris les racines. Il attaque en profondeur des souches cespitueuses des graminées et des cypéracées. Il peut tuer les bourgeons de remplacement cachés entre les bases persistantes et des chaumes et feuilles inférieures (SCHMITZ et al., 1996). De plus, il appauvrit le sol et nuit la croissance des espèces fourragères. La fertilisation provenant de la cendre est temporaire et ne comble pas la carence en éléments minéraux dans le sol (LETTMAYER, 1996). Les plantes moins résistantes sont éliminées et disparaîtront. Les mauvaises espèces pyrophytes comme *Aristida barbicollis* et *Heteropogon contortus* remplacent les *Aristida rufescens*, *Imperata cylindrica*, *Loudetia simplex* et *Hyparhenia spp.* pendant un certain temps avant d'être détruites à leur tour. Les pâturages s'appauvrissent par la disparition des espèces fourragères de valeurs. Les bétails ont de moins en moins à manger. L'avenir de l'élevage de bovin dans la zone d'étude est donc menacé.

1.2.1.2 Impact sur la végétation

La déforestation est due en grande partie des feux de végétation (KOECHLIN et al., 1974). Le feu de végétation et le défrichement détruisent annuellement 45 236 ha de forêt. Dans la zone d'étude, la dégradation des ressources forestières coïncide avec la période de pic de feu. Le feu contribue fortement au recule de la surface forestière. Les unités phytosociologiques s'écroulent et sont parfois ruinées à jamais quand les incendies surviennent. Le feu constitue un cataclysme qui bouleverse l'équilibre naturel initial (GOUVERNEMENT, 1980).

Le feu constitue une menace pour la ressource forestière. Le passage du feu appauvrit la formation en espèce et détruit l'hétérogénéité. Certaines espèces sensibles périssent et disparaissent. Les plantes médicinales figurent parmi les plus menacées. Elles sont devenues rares. Seules les essences pyrophytes inutiles comme *Erica spp.* et *Pteridium aquilinum* persistent. Le feu menace aussi la potentialité de production de la formation. Il détruit les massifs forestiers et les reboisements et entraîne la diminution de la qualité du bois. Cette dégradation de la ressource en bois a des impacts sur le droit d'usage de la population locale. Les ressources disponibles sont insuffisantes à la population qui a connu une explosion démographique. L'impact du feu sur la forêt ne se limite pas sur l'effet immédiat mais il a de

répercussion sur le l'écosystème forestier. Après le passage du feu, l'harmonie au niveau du système s'écroule et provoque la réduction de l'accroissement des arbres restants, la perturbation de la structure du peuplement, la détérioration profonde de l'écosystème et le retard de la réinstallation de l'essence initiale. Après le passage du feu, la forêt peut se reconstituer de façon progressive. Elle nécessite une centaine d'année pour retrouver son état initial.

1.2.1.3 Impact sur le sol et l'agriculture

Le feu présente des avantages à court terme. Les végétations brûlées donnent de la cendre apportée par la pluie vers les bas-fonds qu'elle fertilise. Il permet aussi de lutter contre les parasites. A long terme, le feu entraîne la stérilisation des sols. La végétation et ses litières protègent le sol des intempéries et fournissent les matières humiques. Elles protègent le sol contre l'érosion en favorisant l'infiltration. La raréfaction voire la disparition des couverts végétaux après le feu favorise l'érosion qui charrie les couches arables du sol. Une érosion rapide et excessive emporte la terre arable pendant la période de pluie après le passage du feu. Sur les pentes fortes, la quantité de matière transportée est importante. Elle laisse sur le terrain de départ des rigoles ou des *lavaka* selon l'intensité d'érosion. Sur les bas-fonds, l'érosion est également l'origine de la sédimentation des rizières, des terrains de culture et les barrages.

En outre, le sol est exposé aux intempéries climatiques. La sécheresse réduit la couche meuble. La forte température due à l'insolation et à l'insuffisance d'ombrage diminue la teneur en matière organique. Le vent disperse les cendres et élimine ainsi le faible apport fertilisant que le feu apporte. La recherche menée par MONNIER (1981) indique que le vent emporte environ 6 µg/m³ de cendre après un feu de défrichage dans la forêt, 13 µg/m³ au dessus de la forêt claire et 23 µg/m³ au dessus de la savane après le passage de feu de végétation.

Les incendies répétés stérilisent la surface du sol. Elle est devenue impropre à la culture et à la végétation naturelle. La forte irradiation calorifique provoque un brusque changement de l'état d'hydratation et de la capacité de rétention d'eau du sol d'une part et la destruction d'une partie de sa matière humique d'autre part. Les profils pédologiques sous forêt claire incendiée et sous savane ne comportent ni couverture morte ni horizon humifère mais simplement une zone d'infiltration de cendres et des fragments de charbon (SCHMITZ et al., 1996). L'accumulation en surface de charbon de bois et de cendres modifie la composition chimique du sol. L'absence d'humus modifie la capacité de rétention d'eau du sol, son pH, sa teneur en bases échangeables et en carbone. Les études effectuées par FERSON et al. (1974) ont montré que la teneur en élément fin de 0 à 2 micron sous forêt dense est de 60% contre 30 à 50 % seulement pour les forêts claires et les savanes sévisses par le feu.

1.2.2 Discussion du résultat de l'enquête et de l'étude cartographique

Les résultats des enquêtes et de l'étude cartographique ont permis de constater que le feu constitue un outil dans le système de production de la population locale. Le feu constitue l'unique

moyen de renouvellement de pâturage. Il s'avère indispensable dans une zone réputée par l'élevage de bovin comme celle de district d'Ambalavao. La concentration du feu dans les zones de pâturage confirme l'importance du feu dans le système d'élevage. Le feu est aussi utilisé pour le défrichement et le nettoyage de zone de culture. Il procure plusieurs avantages pour l'agriculture. Non seulement il constitue un moyen rapide et moins coûteux de préparation de terrain de culture mais il apporte aussi des éléments fertilisants au terrain agricole et élimine les parasites. Bref, le feu de végétation semble être une nécessité du point de vue agricole et pastorale. Malgré ces apparences à court terme, le feu a des effets négatifs sur l'environnement, l'homme et l'économie (MASI HORO et al., 2003). L'effet répétitif du feu constitue une menace pour les ressources naturelles, l'écosystème, l'agriculture, l'élevage de bovin, la population et leur mode de vie et surtout le tourisme (Cf annexe XXXIII). En dépit de cette situation, le feu continu à sévir la zone d'étude. La partie ouest de la zone d'étude est souvent théâtre de feu sauvage. Dans la partie est, la diminution du feu de végétation témoigne la conscience de la population locale sur les dangers que représente le feu de végétation et l'importance qu'elle accorde à la ressource naturelle.

1.2.3 Discussion du résultat de l'inventaire

1.2.3.1 Diversité floristique

Cette partie a pour objectif de suivre l'évolution de la formation après le passage du feu. Après le passage du feu, la forêt peut se reconstituer sous une mesure de protection. La succession peut évoluer de la manière suivante :

- Les formations herbeuses succèdent les formations ravagées par les feux. Elles sont constituées de *Aristidia spp.*, de *Pteridium aquilinum* et de *Psiadia aguatoides* ;
- Viennent ensuite les formations à tendance monospécifique d'*Erica spp.* ;
- Les formations dominées par les ligneux prennent le relais. Leur composition varie suivant les âges.

Les formations de jeunes âges sont caractérisées essentiellement par des essences caractéristiques du passage du feu. Elles sont dominées par l'essence cicatricielle *Erica spp.* Les essences résistant au feu comme *Bridelia tulasneana*, *Agauria salicifolia*, *Schefflera vantsilana* persistent et dominent l'individu adulte. Leur ressemblance avec les autres types de formation dégradés réside sur l'abondance des essences pionnières (RANDRIAMBANONA, 2008 ; RATSIMISSETRA, 2006 ; KOEHLIN et al., 1974) telles que *Vaccinium secundifolium*, *Vernonia secundifolia*, *Aphloia theiformis*, *Mimosa descapentriessi* qui ont une durée de vie assez courte et une prolifération rapide. Après des dizaines d'années de conservation, les essences caractéristiques des formations denses humides de moyenne altitude commencent à se réinstaller. Les espèces de valeur comme *Ocotea sp.* restent absentes.

Le tableau suivant indique l'évolution de la richesse floristique des formations étudiées. Le feu de végétation détruit la diversité spécifique de la formation post feu. Cette diversité floristique se reconstitue avec l'âge (RASOLOFOHARINORO, 2001 ; RAZAFIMAMONJY, 1988 ;

RAZAKANIRINA, 1986). En effet, le nombre d'espèce des formations post feu moins de 30 ans ne constitue que 60% de celui de la formation intacte. Après plusieurs dizaines d'années de conservation, il avoisine celui de la formation intacte.

Tableau 16 : Comparaison de la diversité floristique des formations

| Formation | Intact | Post feu moins de 30 ans | Post feu plus de 30 ans |
|-----------------|--------|--------------------------|-------------------------|
| Nombre d'espèce | 45 | 27 | 42 |

1.2.3.1 Structure horizontale et verticale

Les formations post-feux âgées de moins de 30 ans sont constituées de forêt fortement dégradée. Cet état dégradé de la formation se manifeste sur la faible abondance des individus adultes supérieure à 10 cm de diamètre (cf Tableau 17). La comparaison avec quelques formations du corridor témoigne la pauvreté des forêts étudiées en individus adultes. Ces individus adultes commencent à se restaurer dans les formations Post-feu plus de 30 ans. Pourtant, ils ne dépassent pas de 65 cm de diamètre.

Le tableau suivant montre la comparaison du nombre d'individus de diamètre supérieur à 10 cm des formations étudiées à celle du (1) Parc National Ranomafana (LOWRY *et al.*, 1997), (2) du Parc National Andringitra (LEWIS *et al.*, 1996), (3) de la Réserve Spéciale du Pic d'Ivohibe (MESSMER & RAKOTOMALAZA, 1999), (4) de la région se situant entre le Parc National Andringitra et la Réserve Spéciale du Pic d'Ivohibe (MESSMER & RAKOTOMALAZA, 1999), (5) de la région d'Andrambovato, (6) de la région de Vatoharana, et (7) de la région de Vinanitelo (RANDRIATAFIKA & RAKOTOVAO, 2001).

Tableau 17 : Nombre de tiges de diamètre supérieur à 10cm de quelques formations du corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe

| Site | FI | FP(< 30 ans) | FP (>30 ans) | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
|--------------------------|------|--------------|--------------|------|-----------|----------|-----------|-----------|---------|----------|
| Abondance absolue (N/ha) | 1313 | 411 | 1425 | 1092 | 1070-1340 | 720-1770 | 1080-1380 | 1010-1630 | 920-990 | 970-1120 |

FI : Formation Intacte ;

FP(< 30 ans) : Formation post-feu moins de 30 ans ;

FP (>30 ans) : Formation post-feu plus de 30 ans.

La zone d'étude dispose une grande potentialité en production de biomasse (Cf tableau 18). Le biovolume de la formation intacte est relativement élevé. Pourtant la ressource est menacée par le feu de brousse. La comparaison de la biovolume des formations feu avec les sites témoins montre que le feu détruit non seulement la biomasse de la formation mais aussi retarde la reconstitution de la forêt. Contrairement aux sites témoins, les formations post-feux sont très pauvres en biomasse. En dépit de plusieurs années de conservation, la potentialité de production de la formation post feu reste faible.

Le tableau 18 montre la comparaison du biovolume du fut des individus de diamètre supérieur à 10 cm des formations étudiées à celles du (1) de la région d'Andrambovato, (2) de la région de Vatoharana, et (3) de la région de Vinanitelo (RANDRIATAFIKA & RAKOTOVAO, 2001).

Tableau 18 : Biovolume du fut des tiges de diamètre supérieur à 10cm e quelques formations du corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe

| Site | FI | FP(< 30 ans) | FP (>30 ans) | (1) | (2) | (3) |
|--------------------------------|--------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Biovolume (m ³ /ha) | 151,29 | 2,07 | 24,94 | 33,97- 25,03 | 62,23- 50,26 | 39,22- 38,05 |

FI : Formation Intacte

FP(< 30 ans) : Formation post-feu moins de 30 ans

FP (>30 ans) : Formation post-feu plus de 30 ans

2. Recommandations

Le but de l'intervention est de réduire les feux de brousse et ses impacts négatifs tout en assurant le maintien de la viabilité de l'écosystème et le bien être de la population locale. Pour atteindre cet objectif, la présente stratégie est conduite suivant les axes suivants : la réorientation la loi vers une mesure incitative, la mise en place de la gestion locale du feu, l'adoption des mesures alternatives au feu et la conception d'un système de suivi du feu de légation pour faciliter la lutte. Les éléments de ces axes stratégiques sont présentés dans le cadre logique (Annexe XXXVI). Il comprend les objectifs spécifiques et les activités à entreprendre.

2.1 Réforme de la loi vers une mesure incitative

Les lois régissant le feu de végétation et la gestion des ressources naturelles sont peu adaptées à la réalité (RAJAOSON et al., 1995 ; RANDRIAMALALA, 2001). Ils ne permettent plus la gestion durable des ressources. La politique de répression menée depuis l'époque coloniale conduit à des impasses. Elle limite la pratique du feu mais ne répare les dégâts. La politique actuelle semble se figer sur l'effet écologique et marginalise ainsi la population locale en ignorant la cause de ce fléau (WEBER & REVERET, 1993). A cet effet, elle entretient la révolte des populations locales qui laissent les ressources naturelles à la merci des feux. En outre, l'administration forestière est confrontée à un manque de moyens matériels et humains pour assurer le contrôle et la répression. Ceci conduit à l'accélération de la dégradation des ressources naturelles (HARDIN in RAJAOSON et al., 1995).

La législation sur le feu de végétation doit donc être ajustée au contexte actuel. Elle doit considérer les différentes dimensions du feu de végétation. En effet, la motivation de l'homme sur le feu de végétation n'est pas seulement d'ordre matériel mais aussi culturel (CIRAD et al., 1998). Il est donc réaliste d'adopter des mesures de gestion du feu impliquant les communautés locales. Les mesures incitatives qui récompensent les régions méritantes en matière de lutte contre le feu de végétation seront renforcées. Les récompenses de ceux qui respectent les normes édictées seront choisies de façon à ce qu'ils soient utiles au développement de la région. Il s'agit de construction de barrage permettant la maîtrise de l'eau pour l'agriculture ou d'une route permettant l'écoulement de produit et le développement de l'écotourisme.

2.2 Gestion locale

La politique de lutte contre le feu de végétation appliquée depuis l'époque coloniale est caractérisée par l'emprise de l'Etat. La persistance des problèmes liés à ce fléau indique l'inefficacité de cette stratégie. D'où la nécessité d'implication d'avantage de la population locale. La gestion locale du feu de végétation et des ressources naturelles constitue la clef de gestion durable des ressources naturelles. Elle constitue une solution réaliste face à la faiblesse économique des Etats en voie de développement comme Madagascar (ROWELL & MOORE, 2000). Le système de gestion locale du feu est utilisé efficacement dans nombreuses régions de Madagascar (RAJAOSON et al., 1995). La stratégie consiste à encourager le processus de transfert de gestion de ressources naturelles et le processus de gestion locale des feux de végétation. L'existence des organisations paysannes en matière de gestion de feu de brousse et de la gestion de la ressource naturelle tels que le *Mpiray Kijana* et le VOI facilite la mise en place de ce système dans la zone d'étude.

2.2.1 Gestion locale du feu de végétation

La gestion locale du feu consiste à confier à la population locale la gestion de ce fléau par l'établissement des règles qui régissent les terroirs. Cette règle est concrétisée par le *dina*. Le *dina* est fondé sur les droits coutumiers. Il est ainsi mieux compris par les communautés locales (RAZAFINDRABE & THOMSON, 1994). Son élaboration est basée sur une démarche participative impliquant toutes les parties prenantes en matière de gestion des ressources naturelles et la conservation de l'environnement. Le *dina* matérialise les consentements de ces derniers en matière de gestion du feu. Le concours des différentes parties dans sa formulation assure la considération des différents contextes locaux que ce soit sur le plan écologique, culturel, social ou économique. Cela permet à l'emploi rationnel du feu comme un outil de mise en valeur qui tient compte de la conservation de l'environnement et des situations socio-culturelles et économiques.

La gestion locale du feu de brousse est préconisée pour les savanes herbeuses et les reboisements d'essence introduite sévis par le feu. Sa réussite dépend de la participation effective de la population locale et des autorités traditionnelles. Les causes et les impacts sont différents selon la zone. Ceci induit à la nécessité d'une gestion locale et d'une appréciation locale des règles de gestion des feux de végétation. Dans la zone d'intervention, la mise en place de l'association des usagers des pâturages chargés de la gestion du feu de végétation a contribué fortement à la lutte contre le feu de brousse. Pourtant, la complexité de la procédure d'approbation de la gestion locale du feu par le ministère tutelle constitue un obstacle pour le montage de la gestion locale. La création des conditions institutionnelles et organisationnelles est donc nécessaire pour encourager la communauté locale.

2.2.2 GELOSE

La GELOSE consiste à confier à la communauté de base la gestion des ressources naturelles dans la limite de leur terroir en vue de permettre la participation effective de la population locale dans

la gestion des ressources naturelles renouvelables. Les ressources naturelles concernées sont gérées suivant un plan d'aménagement établi à partir d'un diagnostic technique, socio-culturel et économique de la zone. De plus, la GELOSE est sécurisée par le *dina* élaboré suite à la concertation entre la communauté de base et les parties contractantes. Le règlement est basé sur le droit coutumier local.

La GELOSE est accompagné d'une Sécurisation Foncière Relative. Ce dernier est constitué d'un levé consensuel et transparent du plan parcellaire de l'ensemble de territoire de la communauté de base rapporté schématiquement sous la supervision du service foncier. L'établissement de la SFR officialise le droit coutumier local. Le GELOSE répond aux attentes des communautés qui réclament de pouvoir contrôler l'accès de leur terroir. Il évite ainsi l'insécurité et les conflits fonciers qui figurent parmi les principales causes du feu de végétation.

2.3 Mesure préventive

2.3.1 Sensibilisation

La pratique du feu de brousse n'est pas un phénomène nouveau. Elle est bien ancrée dans l'esprit de la population locale (RAJAOSON et al., 1995 ; RANDRIAMIADAMALALA, 2001). L'éducation et la sensibilisation constituent le meilleur moyen pour parvenir au changement de comportement de la communauté locale. C'est la méthode la plus utilisée dans les projets de développement et dans le domaine de l'environnement. Elle consiste à :

- faire connaître à la population locale, aux dirigeants locaux et aux organismes intervenant dans la région les dangers que représente le feu de brousse ;
- informer les touristes sur les risques de feu durant la visite du parc et ces alentours et ses méfaits ;
- accroître la connaissance de la population locale, des leaders traditionnels et des décideurs sur l'importance des ressources naturelles dans la région et le retombé économique du parc pour augmenter la conscience environnementale. Ceci permettra de promouvoir la participation de la population locale dans la conservation ;
- dispenser aux écoliers, aux communautés locales, aux organisations communautaires, aux KASTI, aux VNA et aux Collectivités territoriales décentralisées des formations sur la prévention des incendies et les luttes active contre le sinistre.
- former les KASTI, les VNA, les VOI, les enseignants et l'autorité traditionnelle et administrative afin qu'ils aient de bagage pour convaincre la population locale ;
- vulgariser les *dina* et les textes régissant le feu de brousse ;

L'éradication immédiate du feu est impossible. Donc une sensibilisation continue et constante est donc indispensable pour que le résultat reflète sur l'action de la population. La formation des formateurs locaux assurera la continuité de la sensibilisation. L'éducation concerne toute la communauté et les parties prenantes dans la gestion des ressources naturelles. Elle cible surtout les jeunes et les enfants. Ces derniers constituent la majorité de la population. Ils représentent l'avenir de

la nation et sont faciles à influencer que les adultes. Les programmes d'éducation environnementale sont préconisés pour les étudiants. Ils doivent être renforcés dès l'école primaire car la plupart des enfants quittent l'école à ce niveau. La méthode d'approche utilisée est fonction des groupes cibles. Elle doit être facile à assimiler d'autant que la population locale a un niveau d'étude très bas. La méthode est basée sur la réalité sur terrain et adopte des approches attrayantes. Il est nécessaire d'identifier les groupes responsables du feu et leur logique dans les zones sensibles. Ceci permet à l'adéquation du message à la mode de vie des auteurs du sinistre. C'est le moyen idéal pour mieux atteindre ces groupes et assurer ainsi l'efficacité de la sensibilisation.

2.3.2 Pare-feu

Le pare-feu permet de préserver l'aire protégée, les forêts et les biens de la population locale contre l'éventuel incendie venant de l'extérieur. Il s'agit de nettoyer par des pelles, des coupe-coupe ou par des brûlages dirigés les combustibles des zones stratégiques autour des zones sensibles. Le pare-feu a pour but de créer une discontinuité des combustibles afin de réduire l'intensité du feu et de pouvoir combattre efficacement le feu. Il réduit les dégâts causés par les feux sauvages. Pourtant, la mise en place des pare-feux par procédé de brûlages dirigés est dangereuse (SCHMITZ et al., 1996 ; MASIHORU et al., 2003). L'abondance de plantes inflammables dans la zone d'étude entraîne un risque permanent pendant l'ouverture de pare-feu. Cette pratique peut aboutir à la propagation de feu incontrôlé. En outre, le nettoyage répété des zones boisées empêche la reconstitution de la forêt. Les zones traitées sont rapidement envahies par des herbacés ou des arbustes. Ces flores de substitution présente un inconvénient grave si son développement est important (ELABRAZE & VALETTE, 1974) car elle se dessèche et constitue une proie idéale pour le feu. Ainsi, le feu dirigé ne doit être utilisé qu'en dernier recours. Sa mise en œuvre doit être effectuée durant le début de la saison sèche pendant laquelle les plantes sont encore en sèves.

2.3.3 Sécurité des biens et des personnes

La recrudescence des feux de brousse est souvent liée à l'insécurité qui règne au niveau régional ou à l'instabilité qui règne au niveau national. Le renforcement de la sécurité constitue donc un élément clé de la maîtrise des feux d'origine criminelle. L'instauration de l'ordre public nécessite un Etat fort et non corrompu qui applique strictement les règlements en vigueur. Elle consiste à la mise en place des postes avancés de gendarmerie ou des détachements autonomes militaires dans les zones les plus sensibles. Des patrouilles des gendarmes ou même mixtes avec les polices et les armées doivent être menées. Ces actions sont fructueuses dans la lutte contre les feux, les vols de bœufs et les autres criminalités (ONE, 1996).

L'instauration de la sécurité exige aussi des efforts de la part de la population locale. La collaboration entre cette dernière et les forces de l'ordre doit être renforcée pour dénicher les malfaiteurs. La participation de la communauté locale réside aussi dans la redynamisation des *dina*.

L'application des *dina* a déjà apporté des résultats louables sur la lutte contre l'insécurité et le feu de brousse dans la région de Haute Matsiatra pendant la première période de la troisième république.

2.3.4 Sécurisation foncière

L'insécurité foncière figure parmi les principales causes du feu de brousse. Les feux de brousse ravagent surtout les terrains domaniaux non immatriculés. A cet effet, la résolution des problèmes fonciers contribuera fortement à la lutte contre ce fléau. La gestion foncière traditionnelle semble reculer face à l'individualisation et à la marchandisation de la terre. Les citoyens se tournent vers l'Etat et ses services fonciers pour faire valoir leurs droits sur le sol. Face à la demande considérable d'immatriculation, les services fonciers présentent une très faible capacité à délivrer des titres fonciers (DIRECTION DES DOMAINES ET DES SERVICES FONCIERS, 2005). Dans le cadre de la réforme foncière, l'Etat malagasy a mis en place depuis 2002 le Programme National Foncier qui a pour objectif d'instaurer la sécurité foncière par l'accélération de la formalisation des droits fonciers et la régularisation des droits fonciers écrits.

Le problème foncier est crucial dans la zone d'étude. L'immatriculation foncière n'est pas effective et la gestion foncière n'est pas bien définie. Les terrains ancestraux pour les habitants sont des terrains domaniaux appartenant à l'Etat. Cette situation met en litige plusieurs terrains. Une opération menant à la facilitation de l'attribution des terrains domaniaux aux exploitants et propriétaires légitimes doit être menée dans les zones fréquentées par le feu. La sécurisation foncière est un facteur crucial pour sédentariser la population et lui permettre d'investir dans une gestion durable des ressources naturelles. Elle est axée sur l'allégement de la procédure d'immatriculation en réduisant les dossiers nécessaires et les personnes qui visent les dossiers. Les opérations de délivrance de titre foncier doivent être réalisées à un coût raisonnable. Ces actions nécessitent la décentralisation du service domanial dans les zones rouges en matière de feu de végétation.

2.3.5 Lutte sylvicole

Cette méthode consiste à éliminer les facteurs propices à la propagation du feu. Le risque de feu est lié aux caractéristiques des combustibles. La plantation des espèces qui peuvent empêcher l'installation des broussailles hautement inflammables pourrait donc être un moyen de lutte contre le feu de végétation. La méthode consiste à l'enrichissement de la forêt perturbée, à la reforestation et à la création des barrières par des essences autochtones pyroresistantes. Actuellement, le reboisement attire l'attention des gens. Etant donné que le feu de végétation est devenu un souci national, le choix des essences doit être orienté vers la réduction des risques d'incendie.

2.3.5.1 Coupe combustible verte

La coupe combustible vive est une bande où les mauvaises herbes sont remplacées par des végétations moins inflammables. Elle est formée par des essences : capables de retenir le feuillage vert pendant toute l'année, capable de survivre et de repousser après le passage du feu, robustes et pouvant concurrencer les essences inflammables et à croissance rapide. Les espèces résistantes au feu suivant

peuvent être utilisées à cet effet : *Bridelia tulasneana*, *Agauria salicifolia* et *Schefflera vantsilane*. La recherche des essences à usages multiples pourra intéresser la population locale à l'établissement de la coupure de combustible vive.

2.3.5.2 Reforestation des zones dégradées

La restauration devrait se faire graduellement avec en premier, l'installation des essences à tempérament pionnier. Les essences suivantes sont avantageuses pour leur résistance au feu : *Bridelia tulasneana*, *Agauria salicifolia* et *Schefflera vantsilane*. C'est après l'établissement de l'ambiance forestière que les essences ombrophylle peuvent être introduites. Les essences suivantes sont avantageées du point de vue de la croissance et du développement : *Menahihy* (*Callophylum* sp.), *Vanana* (*Sloanea rhodantha*), *Varongy* (*Ocotea* sp.), *Voamboana* (*Dalbergia monticola*) (RABEVOHITRA, 2001 ; RAZAFITSALAMA, 2002 ; RANDRIANASOLO, 2006b).

2.3.5.3 Enrichissement des formations secondaire

L'enrichissement consiste à la plantation d'arbres effectuée dans une formation dans le but d'augmenter sa valeur. En premier temps, des espèces à tempérament pionnier à courte durée de vie sont proposées pour jouer le rôle d'ombrière. Elles empêchent le développement des broussailles hautement inflammables, entretiennent l'humidité dans la formation et en même temps préparent l'installation des espèces principales. Le choix de l'espèce est orienté vers celle qui est utilisée par la population locale. Après un bon développement du couvert, ces espaces peuvent être enrichies par des essences à tempérament héliophiles de type nomade. A savoir : *ramy* (*Canarium madagascariensis*), *voamboana* (*Dalbergia* sp.), *varongy* (*Ocotea* sp.), *lalona* (*Weinmannia rutenbergii*) et *menahihy* (*Callophylum* sp.).

2.4 Mesures alternatives et d'accompagnement

2.4.1 Renouvellement de pâturage

Le renouvellement de pâturage constitue la principale source de l'utilisation du feu dans la zone d'étude. Pourtant, l'élevage de bovins tient une place importante pour la population locale. Il a non seulement une valeur économique mais surtout une valeur sociale et culturelle. Le bovin constitue un trait d'union avec l'au-delà. Le feu reste le seul outil utilisé pour l'aménagement du pâturage. La mise à feu des pâturages est ainsi incontournable aux yeux de la population locale pour permettre la survie du cheptel dans la zone d'étude. Il est donc plus réaliste de diffuser les techniques de brûlage contrôlé en vue de prévenir les feux incontrôlés.

Afin d'éviter le risque de feu involontaire, la saison de mise à feu et les clauses relatives au renouvellement de pâturage doivent être respectées. Le renouvellement de pâturage est autorisé pendant la période de pluie où il est moins dangereux. Dans la région d'Ambalavao, elle est fixée entre le 15 décembre et le 15 avril. L'opération de mise à feu doit être précédé de la construction d'un pare feu pour faire face à l'éventuel risque de feu sauvage. L'instauration de système de rotation de

renouvellement de pâturage peut réduire les impacts négatifs du feu. La périodicité sera établie en fonction des successions végétales et l'évolution de la qualité des fourrages.

2.4.2 Réduction de la dépendance à la ressource naturelle

La réduction de la dépendance de la population locale aux ressources naturelles consiste à mettre en place des alternatives au défrichement, au feu de pâturage et à l'éventuel prélèvement de ressources dans la forêt. Des microprojets seront donc à mettre en place dans le but d'augmenter le revenu de la population locale et surtout d'améliorer le système d'élevage dans la zone d'intervention. Ceci permettra de réduire la demande de cette dernière en ressources naturelles. Les initiatives entreprises pour la réduction des feux de végétation tendent à l'appui matériel et au renforcement de la capacité des paysans afin de les détourner du feu et du tavy au profit d'autres activités non destructrices.

2.5 Suivi du feu de végétation

Il consiste à renforcer l'outil de suivi de l'évolution du feu de brousse et à évaluer son impact sur l'environnement. Le suivi permet de mieux comprendre la chronologie du feu de végétation. Ces informations servent d'outil d'aide à la décision pour les acteurs et les décideurs régionaux pour l'orientation des activités dans le domaine de conservation et de développement. Elles permettent de planifier les activités de lutte contre le feu et de protection de l'environnement. Le système de suivi du feu de brousse est constitué à partir des informations relatives aux feux et son impact sur l'environnement. L'efficacité de ce système repose sur la collaboration entre la population locale, les organismes, les institutions et les opérateurs économiques concernés intervenant dans la région. La conception d'un réseau thématique régional sur le feu constitué par ces parties prenantes permet d'avoir des données complètes. Les données récoltées sont combinées avec les données satellitaires. Ils sont analysés afin de produire des informations et des analyses géospatiales concernant l'évolution du feu et l'état de l'environnement. Les informations permettent aux divers intervenants de mieux comprendre la dynamique spatio-temporelle des feux de brousse.

La mise en œuvre du suivi du feu exige de moyen de base. Pourtant, le cantonnement forestier à Ambalavao et les secteurs du MNP n'ont pas de moyen de communication. L'administration forestière à Finanarantsoa manque de personnel, de matériels informatiques et de moyens de communication. Ces lacunes constituent un obstacle à la circulation d'informations entre les parties prenantes dans la conservation de l'environnement. La réussite du suivi du feu de végétation dépend donc de l'appui en matériels de communication, en moyen de déplacement, en outil informatique et technique de l'administration forestière, des personnels aux secteurs et des collectivités territoriales décentralisés. La lutte contre l'impact néfaste du feu sur l'environnement et le développement de la région peut justifier cet approvisionnement en matériels.

CONCLUSION

CONCLUSION

La zone d'étude réunit les conditions idéales pour le feu de végétation. D'un côté, les espèces hautement inflammables colonisent les savanes et les formations secondaires. De l'autre côté, les topographies accidentées facilitent la progression du feu en le rapprochant au combustible. D'ailleurs, deux types de vent favorable au développement du feu y existent.

Le feu de végétation semble être un mal nécessaire. D'abord, il présente quelques intérêts pour la population locale. Il est utilisé comme un outil d'aménagement des pâturages et des terrains agricoles. Il constitue le seul moyen de renouvellement de pâturage. A court terme, le feu apporte au terrain agricole des éléments fertilisants et permet aussi de lutter contre les parasites. Etant liée à l'élevage de bovin, la population locale accorde au feu une valeur socio-culturelle.

Pourtant, le feu a des impacts négatifs sur l'environnement, sur l'économie et sur le plan social. Il constitue une menace pour l'écosystème. Le passage du feu réduit la diversité biologique en éliminant certaines espèces. Il détruit l'habitat de la faune et de la flore. La régression de 0,4% de la couverture forestière dans la zone d'étude est liée à la recrudescence du feu. Le feu entraîne la perte de la potentialité de production de la forêt. Les fumées dégagées par le feu de végétation accentuent le phénomène de changement climatique en augmentant le taux de CO₂ dans la couche d'ozone. L'effet répétitif du feu est néfaste sur le plan socio-économique. Il provoque la disparition des espèces fourragères de valeur, la stérilisation des terres agricoles, la diminution de la potentialité écotouristique de la région et même la destruction des biens de la communauté locale.

La zone d'étude dispose des essences pyrorésistantes. Les individus adultes de *Bridelia tulasneana*, *Agauria salicifolia* et *Schefflera vantsilane* résistent au feu. Après le passage du feu, la formation dégradée se reconstitue progressivement sous une mesure de conservation convenable. La formation post-feu de jeune âge est caractérisée par la dominance des espèces pyrophytes. L'identification des essences pyrophytes et pyrorésistantes constitue un progrès dans la lutte sylvicole contre le feu. Ces espèces peuvent limiter la progression du feu dans la forêt. Madagascar semble être en retard dans cette recherche des essences résistant au feu. Peu d'auteur s'intéresse à ce sujet. Des efforts devront donc être établis dans la recherche des essences résistant au feu.

En dépit des efforts conjugués de l'administration forestière, du MNP, NY TANITSIKA, ERI, JARIALA, de la collectivité territoriale décentralisée et de la population locale, le feu continu à sévir la zone d'étude. La pratique du feu tardif est courante. Trois types de feux sont le plus fréquent dans la zone d'intervention : les feux de pâturage, les feux de nettoyage et de défrichement et les feux criminels. Ils s'accumulent surtout dans la partie méridionale.

Plusieurs auteurs s'intéressent au feu de végétation pourtant personne n'arrive pas vraiment à trouver des solutions adéquates et efficaces (ANONYME, 2003). Le feu mérite donc de trouver de

solution. A partir des résultats de la présente recherche, nous avons proposé des méthodes de lutte raisonnée contre le feu de brousse. La méthode est axée sur la création d'un environnement favorable à l'implication de la population locale dans la lutte contre le feu de végétation ; la mise en place des mesures préventives telles que la sensibilisation, l'installation des pare-feux, l'instauration de la sécurité et la lutte sylvicole ; la réduction de la dépendance de la population locale à la ressource naturelle et la mise en place d'un système de suivi du feu de brousse.

La méthode de lutte semble être coûteuse, mais la valeur de la lutte doit tenir compte de son impact. L'intégration de la forêt dans la zone d'étude dans le marché de carbone peut contribuer au financement de la stratégie de lutte contre le feu et de la mise en place de système de suivi du feu. Dans cette optique, des recherches sur l'évaluation stock de carbone devront être menées afin d'apprécier la potentialité de la zone d'étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACADEMIES ET CONSEIL ECONOMIQUE ET SOCIAL; 2006 : Partager la connaissance et ouvrir le dialogue : le changement climatique - site web : http://www.changement-climatique.fr/Le_changement_climatique_Acamedies-CES.pdf
- ANAE & HAONA SOA; 2001: Plan communal de développement commune Sendrisoa, Sous-préfecture Ambalavao, Province autonome de Fianarantsoa - commune Sendrisoa
- ANONYME, 1992: Les feux de brousse dans la région de l'Itasy, dégâts partiels d'un champ de reboisement à Ambatofolaka - CIDST - 121p
- BERTRAND A., SOUDRAT M.; 1998: Feux et déforestation à Madagascar - CIRAD, ORSTOM, CITE - 153p
- BESAIRIE, H.; 1973 : Annales géologiques de Madagascar. Précis du Géologie Malgache, fasc. XXXVI Imprimerie Nationale, Antananarivo- 141p.
- BISSAKONOU J.; 1994: Analyse économique des ménages dans la zone d'intervention du PCDI Andringitra- Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome tropical.
- BLANC-PAMARD, C. & RALAIVITA, M.; 2004: Ambendrana un terroir d'entre-deux: conversion et conservation de la forêt corridor Betsileo Madagascar- GEREM, IRD- 86p.
- BLOESCH U., EDMOND R., BERNARDIN P. N., RASOLONANDRASANA, RANDRIAMBOLOLONA M., MAHATSANGA V. D. P., ANDRIANADRASANA B. M., KULUS E.; 2000: Proposition d'un plan de gestion des feux sur le plateau d'Andohariana (Parc) et les zones périphériques nord (Namoly), et ouest (Sahanambo) - PCDI Andringitra/Pic Ivohibe - 25p
- BRUZON V., 1995: Les feux de brousse dans les savanes Africaines. In: Daget P. et GODRON M.: Pastoralisme, troupeaux, espaces et société - HATIZE-AUPELF, UREF, Evreux - pp 269 -282
- CARRIERE S. M. ; RANDRIANASOLO H. E.; 2006 : Aires protégées et lutte contre les bioinvasions: des objectifs antagonistes? Le cas de *Psidium cattleianum* Sabine (MYRTACEAE) à Madagascar - IRD
- CARRIERE S. M., ANDRIANOTAHIANANAHARY H., RANAIVOARIVELO N. & RANDRIAMIADAMALALA J.; 2005: Savoirs et usages des recrues post-agricoles du pays Betsileo: Valorisation d'une biodiversité oubliée à Madagascar. Vertigo, 6 (1)
- CARRIERE-BUCHSENCHUTZ S. M.; 2006 : L'urgence d'une confirmation par la science du rôle écologique du corridor forestier de Fianarantsoa. Etudes Rurales, 178 - pp 181-196
- CENTRE MONDIAL DE SURVEILLANCE CONTINUE DE LA CONSERVATION DE LA NATURE MADAGASCAR, 1990: Profil de l'environnement - UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Unis - 40p
- CI, UNIVERSITY OF MARYLAND, USAID; 2007: Système d'Alerte Feu - Site web: <http://firealerts.conservation.org/fas/home>
- CIRAD, ORSTOM, CITE; 1998: Feux et déforestation à Madagascar - CIRAD, ORSTOM, CITE - 183p
- CMP; 2003: Capitalisation des acquis sur la gestion durable du Corridor forestier Ranomafana Andringitra Ivohibe- CMP.

- COMMISSION EUROPEENNE, 2006 : Le changement climatique, qu'est-ce que c'est? - COMMISSION EUROPEENNE - 20p
- DAVAINE J. J.; 2004: Cours SIG pour agents territoriaux - Plate forme dans le cadre du programme LEONARDO DA VINCI
- DAWKINS, H. C.; 1959: The volume increment of natural tropical high-forest with special reference to Uganda- Imp. For. Paper 34.oxford. England.
- DELABRAZE P. & VALETTE J. C.; 1974: Inflammabilité et combustibilité de la végétation forestière méditerranéenne - RFP
- DENEUX M.; 2002: L'ampleur des changements climatiques, de leurs causes et de leur impact possible sur la géographie de la France à l'horizon 2005, 2050 et 2100 (Tome 1) - OPECST
- DENSLOW, J.S; 2003: Espèces ligneuses exotiques envahissantes dans les forêts des îles du Pacifique- site web:
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/004/Y3582F/Y3582F13.htm
- DEZ J.; 1963: Traditions, coutumes et technique in "bulletin de Madagascar": N°209
- DEZ J.; 1966: Les feux de végétation, aperçus psycho-sociologiques. In Bulletin de Madagascar N° 247
- DEZ J.; 1968: Un des problèmes du développement rural: la limitation des feux de végétation. In "Terre Malgache" N°4 - ENSA, Antananarivo
- DGEF, 2007: Système de suivi des feux par satellite pour une amélioration de la gestion des feux, Présentation du système et de son fonctionnement, Le nouveau Système Automatisé pour 2007 - DGEF
- DIRECTION DES EAUX ET FORETS ET DE LA CONSERVATION DES SOLS; 1972 : Protection des forêts contre les incendies - 13p
- DUUFILS J. M.; 2003: Chapitre 4. Forest Ecology. In the natural history of Madagascar, S. M. GOODMAN & J. P. BENSTEAD (eds). The University of Chicago & London, pp 88-96
- FOURNIER F. & SASSON A. ; 1983 : Ecosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique - Recherches sur les ressources naturelles XIX. - ORSTOM-UNESCO, Jouve, Paris - 473p
- FRESON R., GOFFINET G. et MALAISE F.; 1974 : Ecological effects on the regressive succession Mutulu-Miombo-Savannah in Upper-Shaba (Zaire), Contribution à l'étude de l'écosystème forêt claire (miombo), Proceed. 5th Intern. Congr. Ecology, Ed. PUDOC, The Hague, note 14, 365-371, 10 tabl
- FREUDENBERGER K. S.; 2000: La Vallée Vexée, Une étude sur l'impact et la potentialité de l'écotourisme dans Vallée de Sahanambo (Région de Fianarantsoa
- FREUDENBERGER M. S. & RAZANAJATOVO S.; 2007: Un point de vue (Projet Ecoregional Initiative), l'avenir du corridor forestier Ranomafana-Andringitra. Réflexion suite au séminaire GEREM (CNRE-IRD). In Transitions agraires, dynamiques écologiques et conservation. Le corridor Ranomafana Andringitra - pp 253-258
- GAUSSEN, H.; 1954: Théorie et classification des climats et des microclimats, 8° congrès International Botanique- Paris.
- GOODMAN, S. M. & RASOLONANDRASANA B. P. N.; Inventaire biologique de la réserve spéciale du Pic d'Ivohibe et de la couloir forestière qui la relie au Parc National d'Andringitra. Série Sciences

biologiques N°15 - CIDST, WWF - 169p

GOODMAN, S. M. & RAZAFINDRATSITA, V.; 2001: inventaire biologique du Parc National de Ranomafana et du Couloir forestier qui relie au Parc National d'Andringitra, Serie Sciences Biologiques N° 17- CIDST- Antananarivo, Madagascar.

GOUNOT, M.; 1969- Méthode d'étude quantitative de la végétation- MASSON et Cie, Paris, 314p.

GOUVERNEMENT; 1980: Rapport du groupe interministériel d'études sur les feux de brousse - 209p + annexe

GREEN G. M., SUSSMAN W. S.; 1990: Deforestation hystory of eastern rain-forests of Madagascar from satellite image - Science, 248

Groupe Interministériel du Feu de Brousse ; 1980: Rapport du groupe interministériel d'études sur les feux de brousse - 209p + annexe

HUMBERT H. ; 1949: La dégradation des sols à Madagascar - IRSM

HUMBERT H. ; 1953: Un exemple suggestif de désertification provoquée: les terroires du Sud de Madagascar. Le Naturaliste malgache - pp 5-17

HUMBERT H.; 1927: La destruction d'une flore insulaire par le feu. Principaux aspects de la végétation à Madagascar. Documents photographiques et notices. Mém. Académie Malagasy, Fasc, V, XLI p1-79p.

KFW, RPI, MNP, WWF; 1998: Parc National N°14 Andringitra, d'Aménagement et de gestion - MNP - 87 p

KOECHLIN, J.; GUILLAUMET, J.L. et MORAT P.; 1974: Flore et Végétation de Madagascar- J. CRAMER, Vaduz- 686p.

LEBRUN J.; 1947: La végétation de la plaine alluviale au sud du lac Edouard, Exploration des Parcs Nationaux du Congo belge, sér. 1, Parc National Albert, Mission J. Lebron, Inst. Parcs Nat. C.B. - 880p + Annexe

LETTMAYER G. ; 1996 : Le feu fertilisant ? Quelques aspects des feux de brousse sur les hautes terres malgaches. In Terroirs et ressources Vol 1 Num.2 - GIUB, FOFIFA - p.23-29.

LEWIS B. A., PHILLIPSON P. B., ANDRIANARISATA M., RAHAJASOA G., RAKOTOMALAZA P. J., RANDRIAMBOLOLONA M., MCDONAGH J. F; 1996: Study botanical structure, composition, and diversity of the eastern slopes of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar. In GOODMAN S. M., A floral and faunal inventory of the eastern slopes of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar: whith reference to elevational variation, Fieldiana: Zoology, new series, 85 - pp 24-72

LOWRY P. P., SCHATZ G. E., PHILIPSON, P. B.; 1997: The classification of natural and anthropogenic vegetation in Madagascar. In GOODMAN S. M. & PATTERSON B. D., Natural change and human impact in Madagascar. Whashington, D. C.: Smithsonian Institution Press - pp 93-123

MASAHIRO O., RAZAFIMAHATRATRA M., ANDRIANANDRASANA O.; 2003: Manuel sur la Lutte contre les Feux de Végétation: Compilation du Savoir-faire actuel. Série I: Les Techniques Existantes dans la Lutte contre les Feux de Végétation - MINENVEF, JICA - 103p

MESSMER N. & RAKOTOMALAZA P. J. ; 1999 : Etude de la structure et de la composition floristique de la végétation. In GOODMAN S. M. & RASOLONANDRASANA, Inventaire biologique

de la Réserve Spéciale du Pic d'Ivohibe et du couloir forestier qui la relie au Parc National d'Andringitra. Recherches pour le développement, Séries Sciences Biologique 15 - pp 43-80

MEYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C. G.; FONCECA D.; GAB & KENT, J.; 2000: Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 40: 853-858pp.

MINENVEF, MNP ; 2007 : Les expériences du MNP sur l'utilisation des données pour gérer les feux, Atelier sur le système de suivi des feux par SATELLITE - MNP

MITTERMEIER, R.A.; GOETSCH-MITTERMEIER & ROBLES-GIL, P.; 1997: Megadiversity. Earth's Biologically Wealthiest Nations- CEMEX.

MOHAMED H.; 2003 : Ecotourisme et développement durable au niveau du Parc National d'Andringitra

MONNIER Y. ; 1981: La poussière et la cendre - Ag. Coop. cult. et techn. Paris - 252 p.

MOUCHARAF P; 2006: Télédétection et aménagement de la faune- IPD/AOF, Ouagadougou, Burkina Faso

NICOLL, M. E. & LANGRAND, O.; 1989 : Revue de la conservation et des aires protégées- WWF Madagascar- 374p.

NY TANITSIKA; 2007: Changement climatique, vulnérabilité et adaptation de la population locale - NY TANITSIKA - 58p

ONE ; 1996 : Elaboration de schéma directeur et de dina type pour la gestion locale communautaire des feux.

PACT/DGC; 2003: Carte de la localisation du corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe, in Capitalisation des Acquis du corridor- CMP.

PAULIAN R. , BETSCH J. M. , GUILLAUMET J. L.; 1997: Etude des écosystèmes montagnards dans la région malgache. Le massif d'Andringitra. Année 1970-1971 - Bulletin de la société de l'Ecologie II pp 198-226.

PERRIER DE LA BATHIE; 1936: Biogéographie des plantes de Madagascar. In Atlas de Madagascar - Société d'éditions Géographiques maritimes et coloniales, Paris - pp 116-128

PETIT M.; 1971: Contribution à l'étude morphologique des reliefs granitiques à Madagascar. Imprimerie Centrale Tananarive - 307p.

PHILIPPEAU, G.; 1986: Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales?- Institues technique des Céréales et des Fourrages 8 avenue du président Wilson 75116 paris- 63p.

PNUE, 2004 : Les feux de végétation, un impact double pour la planète- Bulletin d'alerte environnementale - PNUE

POLE GRENOBLOIS D'ETUDES ET DE RECHERCHE POUR LA PREVENTION DES RISQUES NATURELS ; 2008: Synthèse feux de forêts

PPNR; 1995: Plan d'aménagement et de gestion du Parc National Ranomafana, PRNR- 143p + Annexe.

PRPV, 2001: Rapport final : Madagascar Volume 2 - Site web:

- http://www.prpv.org/index.php/fr/pays_et_partenaires/madagascar (mise à jour mai 2001)
- PYNE S. J. ; 1995 : World Fire : the culture of fire on earth, New York, Henry Holt & Company - 384 p.
- QUENTIN, C.B.; CRONK; JANICE & FULLER, L.; 1995: Plant Invaders, The treat to natural ecosystems- 241 P.
- RABETALIANA H., BERTRAND A., RAZAFIMAMONJY N. & RABEMANANJARA E.; 2003: Dynamique des forêts des montagne à Madagascar. Bois et Forêts tropiques, 276 (2) : 59-71
- RABEVOHITRA R.; 2001: Essais sylvicoles d'espèces autochtones à Ranomafana/Ifanadiana, Rapport scientifique, DRFP / FOFIFA; 17p.
- RAJAOSON B., RANDRIAMAROLAZA L. P., RANDRIANAIVO D., RATSIMBAZAFY E., REJO TSIRESY V., BERTRAND A.; 1995: Elaboration d'une politique et d'une stratégie de gestion des feux de végétation à Madagascar - ONE, OSIPD - 31p
- RAJERISON R.; 2008: Les cibles de la conservation du PN Andringitra - MNP
- RAJOELISON. L. G.; 1997 : Manuel forestier n°5, Etude d'un peuplement : Analyse sylvicole, E.S.S.A.- Département des Eaux et Forêts, Université d'Antananarivo- 26p.
- RAJAONSON,B. ; RANDRIAMAROLAZA, L. P. ; RANDRIANAIVO, D. ; RATSIMBAZAFY, E. ; REJO TSIRESY, V., 1995 : Elaboration d'une politique et d'une stratégie de gestion des feux de végétation à Madagascar –OSIPD - 30p
- RAKOTOARIJONA J. R.; 2006: Système d'informations, aide à la décision et lutte contre les feux de brousse - ONE
- RAKOTONIAINA, S. N.; 1996- Contribution a l'étude du *Rullia cyanea* dans le Parc National Ranomafana- Mémoire de fin d'études Ecole Supérieur des Sciences Agronomiques, Département Eaux et Forêts- 80p + Annexes.
- RAKOTONIRINA H.; 2003: La mise en œuvre du processus de GELOSE dans la zone périphérique Nord du Parc National N°14 d'Andringitra: Zone MIORA (Mahanara- Ioramaro- Ranomandy- Ambatolahisada) - Institut des Sciences et Techniques de l'Environnement
- RAMANANTSOAVINA G.; 1963 : Histoire de la politique forestière à Madagascar. Bulletin de Madagascar, 13ème A., 209 - pp 831-852
- RAMBELOARISOA G ; 1998 : Support de cours gestion des feux de Végétation - CFSIGE/PE II - 10p.
- RAMBELOARISOA G, 1995 : Etudes des feux de brousse dans les 3 Firaism-pokontany d'Antananarivo Atsimondrano, concernés par le reboisement villageois - centre FAFIALA - 40 p.
- RANAIVOARIVELO N., MILLEVILLE P.; 2001: Exploitation pastorale des savanes de la région de Sakaraha (Sud-Ouest de Madagascar). In Sociétés paysannes, transitions agraires et dynamiques écologiques dans le Sud-Ouest de Madagascar - CNRE, IRD - pp 181-197
- RANAIVOSON, N. R. E.; 2006: Dynamique su Système d'élevage bovin dans une zone Péri-forestière de Madagascar, cas de la Commune d'Androy (Corridor forestier Ranomafana-Andringitra).
- RANDIAMBANONA H. A.; 2008 : Successions écologiques dans les plantations de *Pinus*, d'*Acacia* et dans les forets naturelles de la région nord-ouest du corridor de Fianarantsoa (Madagascar) - Thèse de doctorat en science de la vie, option biologie et écologie végétale, spécialité écologie végétale - Faculté

des sciences Antananarivo - 122 p

RANDRIAMBOAVONJY, J., C.; 1996: Rapport de mission effectué à Andringitra- WWF

RANDRIAMALALA R. J. ; 2001: Contribution à l'élaboration d'une stratégie pour la gestion participative des feux de brousse -Mémoire de fin d'étude à l'Ecole Supérieur des Sciences Agronomiques, département des Eaux et forêts - 112p + Annexe

RANDRIANASOLO H. E.; 2006 : Etude d'une espèce envahissante dans le corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe en vue de proposition de lutte contre son invasion : cas de *Psidium cattleianum* (sabine) - Mémoire de fin d'étude - Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques - 90p + Annexe

RANDRIANASOLO H. E.; 2006b: Plan d'aménagement de la transfert de gestion de la ressource forestière de la Station forestière d'Andrambovato - ERI

RANDRIANILANA N. ; 2004 : Support de cours inventaire forestier

RANDRIATAFIKA F. M., RAKOTOVAO C.; 2001: Etude de la structure et de la composition floristique de la végétation dans les forêts de haute altitude (>100 m) de Vatoharanana, d'Andrambovato et de Vinanitelo: couloir forestier entre le Parc National de Ranomafana et le Parc National d'Andringitra. In GOODMAN S. M. & RAZAFINDRATSITA, Inventaire biologique du Parc National de Ranomafana et du couloir forestier qui le relie au Parc National d'Andringitra, Série Sciences biologiques N° 17 - pp 93-124

RASAMOELINA H.; 2000: Etat, communautés villageoises et danditisme rural - Thèse pour le doctorat de Sciences politiques Université de Fianarantsoa

RASAMOELINA H.; 2003: Législation et feux de brousse à Madagascar - Faculté de droit de Fianarantsoa

RASOLOFOARINORO; 2000: Evaluation du système de suivi écologique, du nouveau circuit touristique et des relations avec la population locale du PCDI d'Andringitra Parc National N°14 - WWF

RATSIMISETRA N. L. ; 2006 : Etude écologique des formations végétales dans le corridor forestier Ranomafana - Andringitra : Ambendrana et ses environs (Inventaire, Typologie, Dynamique, Perceptions paysannes) - Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies Biologie et Ecologie Végétales, option Ecologie Végétale Appliquée, Facultés des sciences Antananarivo - 115p

RATSIRIARISON J.; 1997: Etude comparative de la situation de la Réserve Naturelle N°5 de l'Andringitra et ses zones périphériques de la période 1960/1975 à la période 1990/1996 + Annexe - WWF - 44p

RAZAFIMAMONJY, D.; 1988: Etude d'un écosystème forestière de Ranomafana, in L'équilibre des écosystèmes forestiers à Madagascar, Ministère des recherches scientifique et technologie pour le développement- UICN- pp267-323.

RAZAFINDRAIBE M. & THOMSON J. T.; 1994: Rapport sur les recherches relatives à la gouvernance locale à Madagascar - Projet KEPEN, USAIS/ARD

RAZAFITSALAMA, R.; 2002: Bilan des espèces forestières autochtones adaptées au versant Est de Madagascar en vue de la réhabilitation des zones dégradées dans les sites CAF- Mémoire de fin d'études Ecole Supérieur des Sciences Agronomiques, Département Eaux et Forêts- 77p+Annexe.

ROGER, E.; RAKOTOMANAGA, B.; 1996 : Rapport sur l'étude de la végétation saxicole d'Andringitra- Projet de conservation et de développement des complexes des réserves d'Andringitra et

d'Ivohibe.

ROWELL A., MOORE P.F. ; 2000 : Global review of forest fire - WWF, IUCN - 55p

SAINT SAVEUR A. D.; L'Eleveur et le feu en pays Bara, préjugés et réalités - in Société paysannes, transition agraires et dynamiques écologiques dans le sud-ouest de Madagascar - CNRE, IRD - pp 163-170

SCHMITZ A., FALL A. O. , ROUCHICHE S.; 1996: Contrôle et utilisation du feu en zones arides et subhumides Africaines - FAO

STEININGER, M.; HARPER, G.; JUHN, D. & HAWKINS, F.; 2001: Analyse de changement de couverture forestière Nationale: 1990 et 2000- CI.

TIPPER R., 1998 : Où en sont les compensations pour la fixation du Carbone ? in Actualité des Forêts Tropicales, Vol 6, NUM 1 - pp 2-4.

TOUTAIN B. & RASAMBAINARIVO J., 1997: Mission agropastoralisme et production fourragère dans le sud-ouest de Madagascar. Rapport N°97-008 - Département de l'élevage et de Médecine Vétérinaire CIRAS-EMVT, Entreprise d'étude et de Développement Rural MAMOKATRA - 113p

TURK, D.; 1995: A guide to trees of Ranomafana National Park and central Eastern- Tsimbazaza Botanical Garden and Zoological Garden and Missouri Botanical Garden- 329p + Annexe.

VALEA F.; 2005: Guide méthodologique: Elaboration d'une méthode de suivi et d'analyse spatio-temporelle des feux de brousse en Afrique de l'Ouest cas du Sénégal et du Burkina Faso - LERG

VIDAL-ROMANI J. R., RAMANOHOSON, H., RABENANDRASANA S.; Géomorphologie granitique du massif de l'Andringitra: Sa relation avec l'évolution de l'île pendant le Cénozoïque- MNP

WEBER J. & REVERET J. P. ; 1993: La gestion des relations sociétés-nature: Modes d'appropriation et droits de propriété - in Ressources renouvelables, les lauriers de la privatisation; Terre en renaissance, collection savoir N°2, - ORSTOM & Le Monde diplomatique

VOLOLONIAINA A. M. A.; RAZAFIMANDIMBY A. A.; 1999: Etude d'impacts des activités écotouristiques dans le Parc National N°14 d'Andringitra + Annexe - 41p

ANONYME, 2003 : Problématique, Constats et Questions concernant la Pratique du Tavy et des Feux de Brousse

Cours professés :

- RAJOELISON L. G. ; 2004 : Sylviculture I, II, III
- RAZAFINDRAMANGA M. L. ; 2003 : Géomatique

ANNEXES

ANNEXES

ANNEXE I : Liste des centres de documentations et d'informations visités

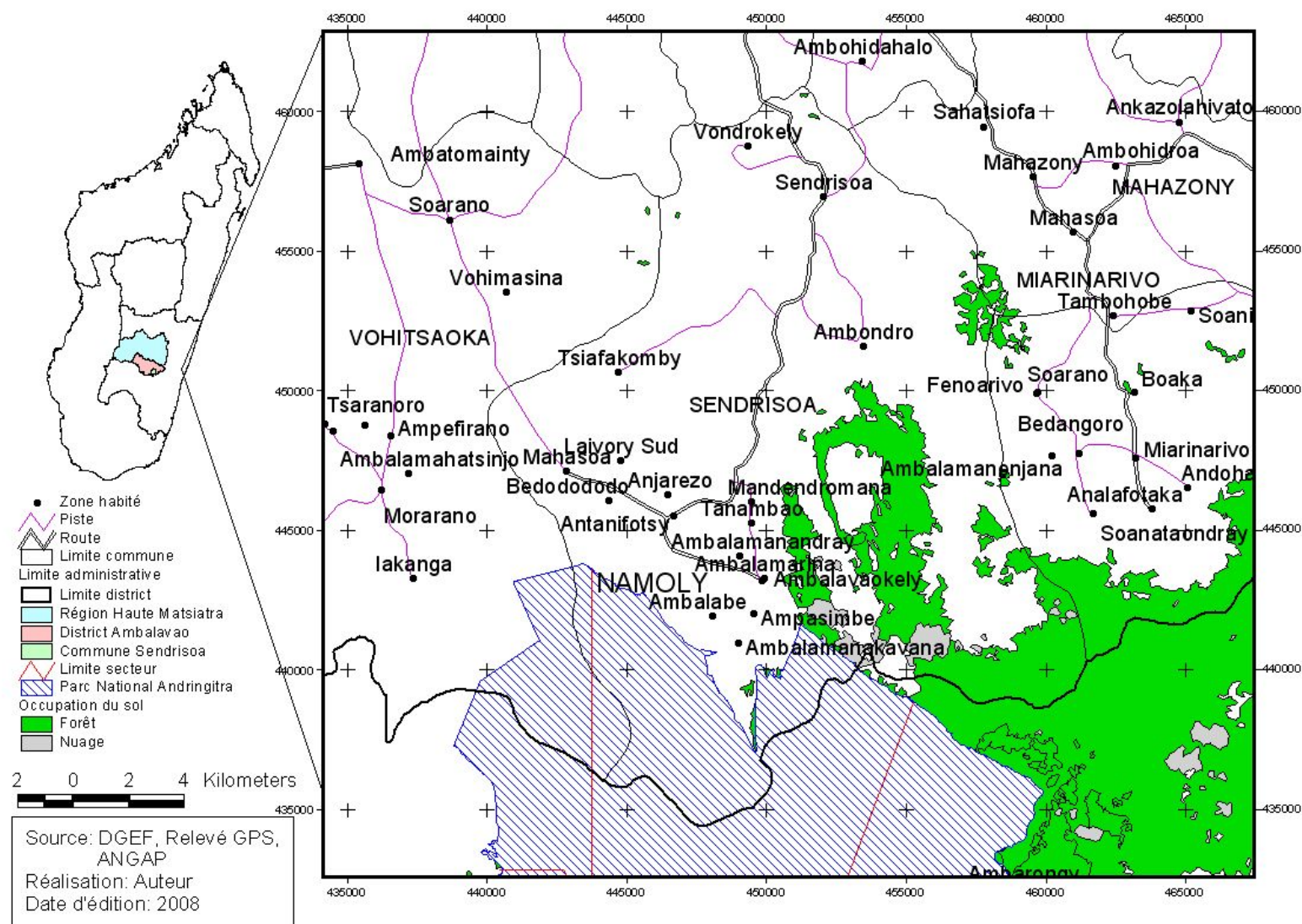
- 📁 MNP Ambatobe
- 📁 MNP Ambalavao
- 📁 MNP Fianarantsoa
- 📁 Bibliothèque de l'ESSA
- 📁 Bibliothèque de la Faculté des Sciences Université Antananarivo
- 📁 Bibliothèque Universitaire Antananarivo
- 📁 Cantonnement Forestier Ambalavao
- 📁 CIC de l'ESSA Forêts
- 📁 CIDST Tsimbazaza
- 📁 CMP Fianarantsoa
- 📁 Commune Sendrisoa
- 📁 Conservation internationale
- 📁 Département Biologie végétale de la Faculté des Sciences Université Antananarivo
- 📁 DGEF
- 📁 District Ambalavao
- 📁 DREFT Haute Matsiatra
- 📁 DRFP Ambatobe
- 📁 ERI
- 📁 ICTE Ambanidia
- 📁 IRD
- 📁 JARIALA Antananarivo
- 📁 JARIALA Fianarantsoa
- 📁 MBG
- 📁 Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
- 📁 Ministère des Eaux et Forêts
- 📁 NY TANITSIKA Fianarantsoa
- 📁 ONE Antaninarenina
- 📁 Parc Zoologique et Botanique de Tsimbazaza
- 📁 Région Haute Matsiatra
- 📁 WWF Antsakaviro
- 📁 WWF Fianarantsoa

ANNEXE II : Présentation du milieu d'Etude

1. Localisation de la zone d'étude

Les études ont été menées dans le secteur Namoly. La zone d'étude est localisée au nord ouest du Parc National Andringitra, dans région Matsiatra Ambony, district Ambalavao, Commune Sendrisoa. Elle se situe à la latitude -22,12362°, longitude 46,92229° à une altitude de 1445m (Cf carte 9). La forêt étudiée est incluse dans la DREFT de Haute Matsiatra, Cantonnement Ambalavao. Elle se situe dans les transferts de gestion de MIORA Atsimo (GELOSE) et de MIORA Avaratra (GELOSE) qui s'étendent respectivement sur 1600 ha et 2441 ha.

Namoly fait partie de la zone périphérique du parc National Andringitra. Il se trouve dans la partie Sud Ouest du corridor forestier Ranomafana-Andringitra. D'une étendue de 261006 ha (PACT/DGC, 2003), le corridor forestier Ranomafana Andringitra Ivohibe constitue une unité de paysage qui relie les trois blocs de formation forestière de trois aires protégées : le Parc National de Ranomafana (41600 ha) au Nord et la Réserve Spéciale du Pic d'Ivohibe (17277 ha) au Sud, en passant par le Parc National d'Andringitra (31160 ha).



Carte 9 : Localisation de la zone d'étude

2. Cadre physique

2.1 Climat

Le climat d'Andringitra est influencé par deux vents de direction opposée :

- L'Alisé constitue le vent dominant, elle se forme dans l'océan Indien et qui souffle pendant toute l'année dans la direction SE-NW et E-W ;
- Le vent polaire est une masse d'air méridional fraîche et humide assez instable exceptionnellement froide. Elle se forme dans l'atlantique austral et est apportée par le courant de perturbation subpolaire.

Le massif d'Andringitra constitue une barrière orographique pour le vent d'alizé. Suivant topographie et l'exposition du versant, trois types de climat se distinguent dans la zone d'étude (KFW, RPI, MNP, WWF, 1998) :

- **Climat tropical humide** pour le versant Est. Cette zone est sous l'influence directe du vent humide de l'Alizé et reçoit une forte pluviométrie normale de 4000mm par an avec un maximum de 953 mm au mois de février. Cette zone dispose 7 mois écossecs entre le mois d'Avril et le mois d'octobre.

- **Climat du type tropical à saison sèche marquée** dans le versant Ouest. Il est sous l'influence du vent sec par l'effet de foehn. La pluviométrie normale annuelle dans cette partie est de 1300mm avec un maximum au mois de janvier de 450mm de pluie.

- **Climat tropical d'altitude** dans la partie central. Cette zone reçoit encore l'influence de l'Alizé. L'alizé austral de l'Océan Indien souffle perpendiculairement sur la côte Est déverse son humidité sur les versants orientaux. Ayant atteint les Hautes-Terres, les couches supérieures progressent suivant la même direction et déversent leur humidité sous forme de pluie ou de brouillard.

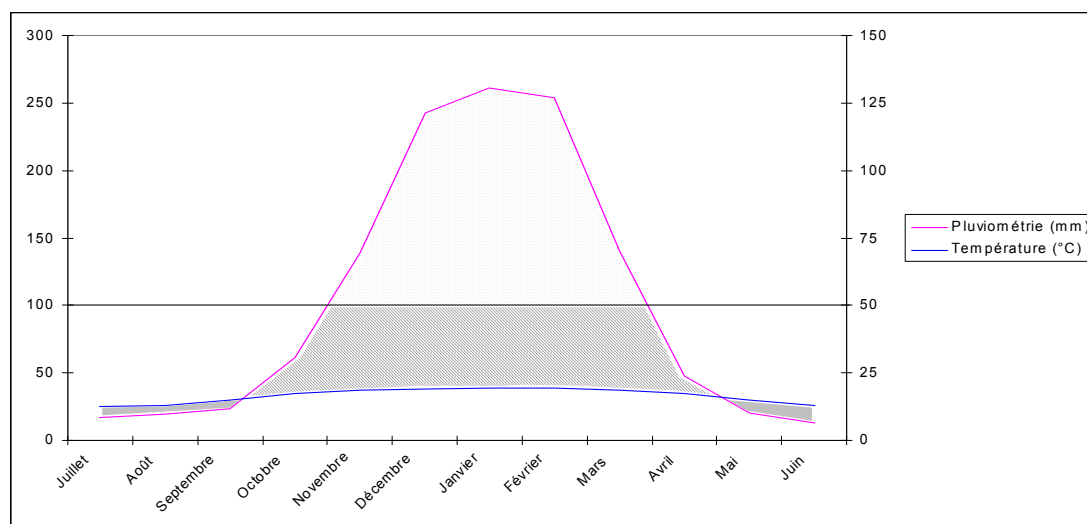
Le secteur Namoly fait partie de l'Andringitra centrale. Il est caractérisé par le climat tropical d'altitude. La pluviométrie normale entre la période 1961 et 1990 est de 1240mm. Plus de 85% de la précipitation tombe entre le mois de novembre et le mois d'avril (Cf Tableau 19). Le mois le plus chaud durant cette période est enregistré en mois de janvier avec une température de 19,4° et le mois le plus frais est le mois de juin avec 12,8°C. La température minimale peut descendre à une valeur très basse c'est le cas enregistré en mois d'août de l'année 1956 (PAULIAN, 1971). En outre, l'amplitude journalière est très élevée. La température journalière varie entre -5° à 25°C. Cette variation de température avec une grande amplitude thermique est due à la position topographique, géomorphologique et aux aggravations altitudinales. Le climat dans la zone d'intervention est ainsi très rude.

Tableau 19 : Donnée climatographique de Namoly (Station Antanifotsy 1996-1990)

| | Janv | Fév | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill | Août | Sept | Oct | No | Déc |
|--------------------------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|
| Température Normal (°C) | 19,4 | 19,3 | 18,6 | 17,4 | 15 | 12,8 | 12,6 | 13,1 | 15 | 17,3 | 18,5 | 19,1 |
| Pluviométrie Normal (mm) | 261 | 254,3 | 141,1 | 47,6 | 20,4 | 12,8 | 17,3 | 19,5 | 23,3 | 61,6 | 139,1 | 242,8 |

(Source : Station météorologique Antanifotsy)

La figure 22 montres la courbe ombrothermique de Namoly



□ Saison perhumide

▨ Saison humide

■ Saison sèche

Figure 22 : Courbe ombrothermique de Namoly

La région dispose de 5 mois secs entre les mois de mai et le mois de septembre pendant lesquels la valeur de la précipitation reste en dessous du double de la température (Cf figure 22), 2 mois humides (octobre et avril) et 5 mois perhumides (novembre, décembre, janvier, février, mars). Le mois perhumide indique les mois dont les précipitations moyennes restent au dessus de 100 mm (GAUSSEN, 1954).

2.3 Géomorphologie

L'orogénèse de la zone d'étude date de précambrien. Le massif d'Andringitra est stratigraphiquement rattaché au système Archée du Vohibory (BESAIRIE, 1957). Il est constitué par une succession de relief résiduel qui présente une partie de surface primitive GONDWANA (VIDAL-ROMANI et *al.*). La zone d'étude est caractérisée notamment par des granites migmatitiques et des roches métamorphiques tendres plus ou moins localisées (RANDRIAMBOAVONJY, 1996). La roche mère est constituée par des socles cristallins. Le relief se divise en 3 parties :

- **Partie orientale** constituée par la chaîne de montagnarde et les bassins versants très accidentés avec des pentes très accusées.
- **Partie centrale** représentée par le plateau d'Andohariana de surface 9x3km avec une altitude moyenne de 2050. Elle est inclinée vers le Nord en faible pente. Ce plateau est allongé

dans le sens SE-NW et est délimité au nord par le sommet de l'Ampiadianombilahy et au sud par la chaîne de Soaindra. Ensuite, il est bordé à l'Ouest par la chaîne rocheuse d'Ivangomenta. A l'Est, il est limité par la cuvette d'Ambalamanadray (Namoly Est) qui se situe en bas au fond du versant Est de la voûte anticlinale granitique

- **Partie occidentale** formée de massif rocheux très escarpé même bien sculpté à une altitude de 2550m. Elle est composée de falaises abruptes, des crêtes arrondies, des dômes, une série de pic atteignant un jet de quelques centaines de mètres de hauteurs verticales et de cannelures très spectaculaires dues à un phénomène d'érosion (PAULIAN et al., 1971).

3.3 Hydrographie

Plusieurs rivières prennent leur source dans le massif de l'Andringitra notamment Zomandao dans la partie Est où se rencontrent les rivières Antsifotra, Riambavy et Riandahy ; Sahanambo dans la partie Ouest. Le parc national d'Andringitra et les forêts dans la zone périphérique constituent une réserve en eau dans la région. Les cours d'eau venant du parc national jouent un rôle primordial dans la vie économique de la population locale. Non seulement parce qu'il approvisionne la région de Namoly en eau potable mais surtout parce qu'ils assurent l'irrigation des rizières. Les reliefs accidentés dans la zone d'étude sont favorables à la mise en place des canaux d'irrigations. L'abondance des barrages dans la zone d'étude confirme l'intérêt de l'irrigation. En effet, la commune de Sendrisoa dispose de 27 barrages de retenue. La région de Namoly possède 7 barrages issus du fleuve de Zomandao dont 1 dans le fokontany Namoly Est, 3 dans Namoly Centre et 3 dans Namoly Ouest.

3. Milieu biotique

L'inventaire biologique dans le parc National d'Andringitra montre que ce parc recèle une richesse remarquable de plantes et d'animaux (GOODMAN & RASOLONANDRASANA, 1999).

3.1 Flore

La zone d'étude est incluse dans le domaine de centre et de l'Est (KOECHLIN *et al.*, 1974). La situation géographique et la variation d'altitude allant de 650 à 2658 m confèrent au parc National d'Andringitra et ses zones périphériques une large gamme de variation de formation. Selon la variation d'altitude et des conditions écologiques, la zone d'étude dispose de 7 types de formations (RAJERISON, 2008) :

- La **forêt humide de basse altitude (domaine de l'Est)** située à une altitude inférieure à 800 m. Cette formation est caractérisée par la dominance de MYRISTICACEAE et d'ANTHOSTEMA ; elle est constituée d'une formation fermée comportant trois strates. La strate supérieure est formée de grand arbre de 25 à 30 m de hauteur.

- La **forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude (domaine du Centre)** se situe à une altitude entre 800m et 1800m. Elle comporte aussi 3 strates. La strate supérieure est formée des arbres relativement moins grands de 20m à 25m et de ramification assez basse. Cette

formation est dominée par *Tambourissa* (CUNONIACEAE) et *Weinmannia* (MONIMIACEAE). Les sous-bois denses présentent une strate importante de mousses et de lichens. Les épiphytes et les fougères arborescentes sont abondants. La formation étudiée se trouve dans ce type de formation.

- La **forêt dense sclérophylle de montagne (domaine du centre)** se trouve à une altitude supérieur à 1700m. Cette formation est caractérisée par des individus de taille peu élevée (10 à 12m), très ramifiés et aux branches drapées d'usnées. Elle se distingue par l'abondance des épiphytes et la stratification non nette.

- La **Fourrés sclérophylles de montagne** (domaine du centre) est localisée à des altitudes de 1800m à 2000m et au delà ne permettant plus le développement des forêts. Elle est constituée d'une formation monostrate avec une strate arborée discontinue, généralement peu pénétrable, souvent morcelée. Le tapis herbacé est souvent absent ou discontinu. Cette formation est dominée par des ERICACEAE et COMPOSITEAE

- La **Prairie altimontagne** (domaine du centre) : C'est une formation climacique édaphique des stations rocailleuses de l'étage des montagnes. Elle se situe à une altitude entre 1900 et 2300m. La formation est composée principalement des plantes herbacées et de Cyperaceae. Elles forment avec Asteraceae et orchidées géophytes la majeure partie des espèces de la prairie.

En plus des formations naturelles, il y a aussi les forêts de reboisement. Elles sont caractérisées par quelques essences exotiques. Les plus connues sont *Eucalyptus* spp. et *Pinus* spp. dont la majeure partie a été plantée entre 1935 et 1978.

3.2 Faune

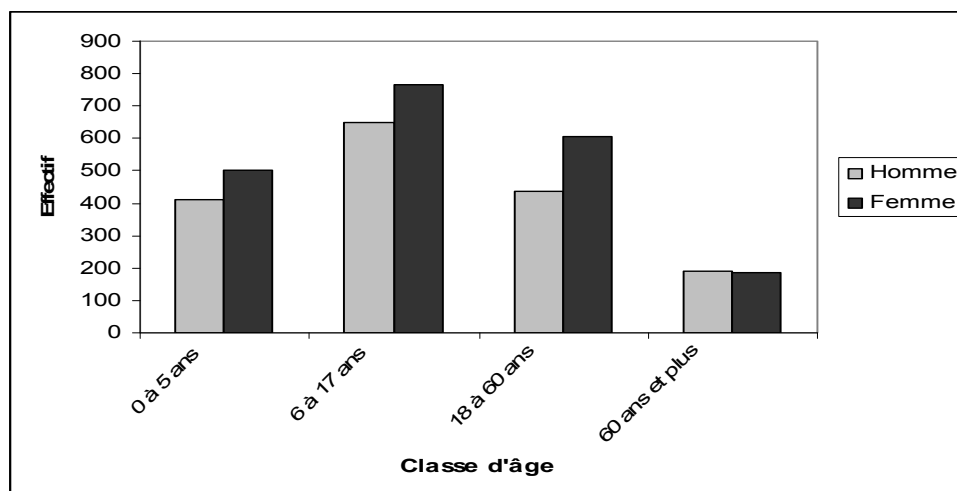
La grande variété de types de végétation rencontrée dans la zone d'étude constitue une profusion d'habitats et de microhabitats qui abritent une diversité exceptionnelle de faune. En effet, la zone d'étude renferme 15 espèces de lémuriers, 108 espèces d'oiseaux, 29 espèces de micromammifères dont 2 introduites, 79 espèces d'amphibiens, 16 espèces d'Insectivores parmi lesquelles 10 sont incluses dans le genre *Microgale*. Environ 50 espèces de mammifères non-volants habitent dans la région avec un taux d'endémicité de 90%.

4. Interface homme forêt

4.1 Démographie

Les Betsileo constituent le principal groupe ethnique de Namoly. La population de Namoly compte 3747 personnes sur les 12145 personnes de la commune de sendrisoa. Elle est composée de population jeune. Plus de 60% de la population est âgée de moins de 17 ans (Cf figure 23). Le taux d'accroissement de la population à Namoly est très élevé. La population dans la zone d'étude a doublé en 20 ans alors qu'elle a doublé en 30 ans pour l'ensemble du pays. Le taux d'accroissement de la population élevé est attribué au mariage précoce dans la zone d'étude. Environ 20 % des naissances viennent des femmes âgées de moins de 18 ans (RATSIRIARISON, 1997). Le fokontany

de Namoly Est et de Namoly centre est le plus peuplé avec respectivement 1503 personnes et 1118 personnes. Tandis que Namoly Ouest et Namoly Mahavelo sont moins peuplés avec respectivement 831 personnes et 295 personnes.



Source : Commune Sendrisoa, 2008

Figure 23 : Effectif de la population par classe d'âge dans les fokontany de Namoly Est, Namoly Centre, Namoly Ouest, Namoly Mahavelo

4.2 Agriculture

L'agriculture constitue la principale activité quotidienne de la population dans la zone d'étude. La population locale s'est spécialisée en agriculture de subsistance : riziculture et hanikontrana⁸. La riziculture domine dans la zone d'étude. Chaque ménage dispose en moyenne 1,13ha (RAKOTONIAINA, 2003). La partie orientale de la zone d'étude offre un paysage de plaine rizicole et des rizières en gradins. Les *hanikotrana* complète l'alimentation et remplace le riz pendant la période de soudure qui a lieu entre le mois de septembre jusqu'au mois de janvier. Les cultures de subsistances sont complétées par les cultures pluviales caractéristiques des hautes terres (CARRIERE et al., 2005) : haricot ou *Phaseolus vulgaris* (FABACEAE), l'arachide ou *Arachis hippogaea* (FABACEAE), du pois de terre ou *Vigna saubteranea* (FABACEAE^o). En général, la majorité de la production agricole est destinée à l'autoconsommation. Une petite part de la production destinée à la vente est prévue à satisfaire les besoins en produits de premières nécessités.

En dépit des menaces des insectes et des animaux nuisibles, l'agriculture dans la zone d'étude est prometteuse. Les terres sont relativement fertiles. Les rendements sont assez élevés même sur les parcelles utilisant les techniques agricoles les plus traditionnelles. En outre, l'abondance de l'eau facilite l'irrigation des terres agricoles. La synergie dans le système agro-sylvo-pastorale est aussi un avantage pour l'agriculture. Pourtant, le mode de vie basé exclusivement sur la riziculture n'arrive plus à subvenir aux besoins des populations dont le taux de croissance est très élevé. Environ 90% de la population de la commune de Sendrisoa souffre pendant la période de

⁸ Plantes culturales qui peuvent remplacer le riz en cas de pénurie : manioc ou *Manihot esculenta* EUPHORBIACEAE, maïs ou *Zea mays* POACEAE, patate douce ou *Ipomoea batatas* CONVULVACEAE.

soudure (FREUDENBERGER, 2000). Ces conditions incitent la population à pratiquer de nouveau système de culture comme la pomme de terre. La pomme de terre et le haricot tiennent une place important avec deux saison de culture : octobre au janvier et février jusqu'au mai. La pomme de terre est aussi cultivée en contre saison du mois de juin au mois de septembre.

La partie Est de la zone d'étude pratique traditionnellement le *tevy* ou culture sur brûlis. La culture sur brûlis désigne la première mise en culture de la forêt et le mode d'exploitation par abattis-brûlis (BLANC-PAMARD & RALAIVITA, 2004). Dans la zone d'étude les *tevy* sont installées sur les flancs des collines. Les *tevy* sont cultivés de Manioc, de maïs et de haricot.

4.3 Elevage de bovin

4.3.1 Effectif du cheptel

L'effectif du cheptel permet d'apprécier l'importance de l'élevage dans la zone d'étude. Namoly dispose 2131 tête de bovin dont 931 tête à Namoly Est, 467 à Namoly Centre, 465 à Namoly Ouest, 268 à Namoly Mahavelo. Le fokontany de Namoly Est qui est le plus peuplé dispose le plus grand nombre de cheptel. Les éleveurs possèdent en moyenne 9 têtes de bovin. La zone d'étude dispose 1 tête de bovin pour 2 personnes. L'effectif de bovin dans la zone d'étude est élevé par rapport à la moyenne dans la région de Haute Matsiatra elle est de 0,57 bovin/habitant contre 0,30 pour celle de la région (Cf tableau 20).

Tableau 20 : Effectif des bovins

| Fokontany | Effectif | Population | Nombre de bovin/habitant |
|------------------|-----------------|-------------------|---------------------------------|
| Namoly Est | 931 | 1503 | 0,62 |
| Namoly Centre | 467 | 1118 | 0,42 |
| Namoly Ouest | 465 | 831 | 0,56 |
| Namoly Mahavelo | 268 | 295 | 0,91 |
| TOTAL | 2131 | 3747 | 0,57 |

4.3.2 Place du bœuf dans la société

L'élevage de bovin occupe une première place dans l'élevage dans la zone d'étude. Les études effectuées par RAKOTONIRINA (2003) et RANAIVOSON (2006) ont montré que la finalité des ménages est d'avoir le maximum de bœufs. La population locale accorde aux bovins plus qu'une valeur économique. Ils constituent un point focal socio-économique de population locale.

4.3.2.1 Importance du bovin sur le plan économique

Le zébu constitue une épargne au niveau de l'exploitation. Une grande partie des recettes des activités agricoles et des bénéfices des activités non agricoles est destinée à l'achat de bœufs. La vente des bœufs constitue un dernier recours en cas de besoin. Elle n'a lieu que pour combler les dépenses d'une procédure judiciaire et pénale, pour l'achat d'une arme ou pour l'achat de rizière.

3.3.2.2 Importance du bovin sur l'agriculture

L'élevage de bovin est de plus en plus lié à l'agriculture (TOUTAIN & RASAMBAINARIVO, 1997 ; RANAIVOARIVELO, 2002). La possession de bovin procure plusieurs avantages aux agriculteurs. La possession de bovin fait une différence sur la production agricole. Un paysan privé de bœuf ou ayant une réduction importante en nombre de bœuf peut s'attendre à une baisse de rendement de 20 à 30% de sa récolte (FREUDENBERGER, 2000). Les agriculteurs éleveurs de bovins produisent 40% plus de paddy par rapport aux agriculteurs non-éleveur (RANAIVOSON, 2006). Le bovin constitue une force de travail durant le labour, le piétinage des rizières et le trait de herche et de charrette. La possession de bovin accélère le temps de travail. Le travail avec la charrue améliore la qualité du sol tourbeux à la périphérie de la rivière Zomandao. Le rendement en riziculture est plus élevé pour les systèmes d'exploitation qui pratiquent le piétinage (SAINT-SAUVEUR, 1998 et RANAIVOARIVELO, 2002). De même, le fumier organique du bœuf constitue le principal fertilisant dans la zone d'étude où les intrants minéraux sont très onéreux pour les agriculteurs. La majeure partie des fumiers est destinée à la riziculture. Les paysans mettent de la paille de riz dans le parc en période de récolte en vue d'augmenter la production de fumier. L'utilisation de fumier une fois tous les deux ans augmente le rendement rizicole de 20 à 40%. La production augmente à 300kg au lieu de 180 à 240kg sans fumier (FRUDENBERGER, 2000). Pourtant, faute de moyen de transport, le fumier est surtout utilisé dans les terres agricoles les plus proches du village.

3.3.2.3 Importance du bovin sur le plan social

En plus des valeurs économiques, les paysans accordent aux bovins une valeur symbolique et sociale. La possession d'un grand nombre de têtes de bovin est une source de prestige au niveau de la société. Avant, la prospérité s'évalue par l'effectif du cheptel : les plus riches sont ceux qui ont plus de 1000 têtes de bovin et les moyennement riches ont entre 100 et 1000 têtes de bovin. Actuellement, elle s'évalue par le nombre de bovidé et la production de paddy (Cf tableau 21).

Tableau 21 : Indice de richesse

| Indice | Familles riches | Familles moyennes | Familles pauvres |
|---|------------------------|---------------------|-------------------|
| Nombre de bœufs | Plus de 20 | 4 à 20 têtes | 0 à 3 têtes |
| Production en <i>vata</i> ⁹ de paddy | Plus de 80 <i>vata</i> | 40 à 80 <i>vata</i> | Production faible |

(BISSAKONOU, 1994)

Du point de vue culturel, le bovin est un trait d'union avec l'au-delà. Plusieurs rites renforçant le lien avec l'ancêtre exigent l'abattage d'au moins une tête :

- Le sacrifice lors de l'enterrement (*lofo*) est une obligation pour les proches du défunt ; le bœuf sert aussi à nourrir tous ceux qui viennent présenter leurs condoléances.

- Toute cérémonie (*kiridy*) d'investiture ou de remerciement pour les bénédictions des ancêtres accompagnées de culte (*saotsa*) est précédée de l'abattage de bovin ;

⁹ Unité de mesure de riz qui varie entre 52 et 60kg selon la région

– Les cultes qui consistent à ramener les ancêtres émigrants à leur terre natale ou au changement de place des ancêtres dans un nouveau tombeau façonnée avec des pierres taillées (*famadihana*) exigent l’abattage de bovin.

– De même pour la levée d’interdit ou d’un tabou (*fady*) : le fautif offre un sacrifice (*tandra*) pour aplanir les obstacles ou pour se faire pardonner.

4.3.3 Caractéristique et conduite de l’élevage

Les animaux élevés sont tous des zébus malgaches (*Bos indicus*). L’élevage est du type extensif. La région peut être qualifiée de peu favorable à l’élevage de bovins suite à l’humidité excessive provoquant un parasitisme permanent (RAKOTONIAINA, 1996). En outre, le relief accidenté laisse peu de place à la plaine et au plateau pouvant servir de pâturage pour les bétails. Cette situation est aggravée par la pression démographique qui intensifie la compétition entre l’agriculture et l’élevage. La majorité des zones de pâturages sont transformées en terre agricole. L’insécurité dans la zone d’étude constitue aussi un obstacle pour l’élevage.

Avant l’installation du parc, une seule conduite d’élevage est pratiquée dans la zone d’étude : les bovins sont envoyés sans exception dans la forêt ou dans les prairies altimontaines sans gardien et sont visités une à deux fois par semaine. Actuellement, deux types d’élevage persistent : l’élevage extensif avec parc et l’élevage extensif sans parc.

3.3.3.1 Elevage extensif avec parc

Les zébus sont gardés dans des parcs constitués d’un enclos en pierres ou en bois situés aux alentours de l’habitation pendant la nuit. Un gardien les amène vers les pâturages durant la journée. De manière générale, les troupeaux sont ramenés autour des terrains de culture du propriétaire pour économiser la main d’œuvre. Ce sont les bovidés mâles castrés et les taurillons qui sont gardés dans les villages. Ce type d’élevage a une vocation agricole. Ces bovins constituent des forces de travail et des sources de fumure.

3.3.3.2 Elevage extensif sans parc

Le troupeau divague dans la forêt ou les prairies environnantes. Il pâture librement dans la forêt. Le propriétaire lui rend visite une à deux fois par semaine selon la disponibilité pour consulter l’état sanitaire du cheptel, constater sa reproduction. Les propriétaires récupèrent leurs bovins pendant la saison frais en vue d’éviter le froid des hautes altitudes. Les troupeaux retournent dans la forêt après la période de préparation des rizières. Ils participent au piétinage de la rizière (cf tableau 22). L’élevage sans parc assure l’accroissement de l’effectif du cheptel. Ce sont les vaches et quelques mâles non castrés qui sont concernés par cette conduite d’élevage. Ce type d’élevage est pratiqué par ceux qui ont des troupeaux importants (supérieur à 20) et ceux qui ont un troupeau composé essentiellement de femelles. Les troupeaux trouvent une meilleure santé, s’engraissent et se multiplient facilement en divagant dans la nature. La forêt dans la zone d’étude dispose plusieurs essences fourragères (Cf. Annexe III et Annexe IV).

Tableau 22 : Conduite d'élevage des troupeaux sans parcs

| | Juillet | Août | Sept | Oct | Nov | Déc | Janv | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin |
|------------|---------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|------|
| En forêt | | | | | | | | | | | | |
| En village | | | | | | | | | | | | |

Chaque zone dispose sa propre zone de pâturage et le respect même en période d'insécurité (cf Annexe V). La population utilise le pâturage de façon traditionnelle et ancestrale. Le mode de gestion traditionnelle a été officialisé par la mise en place de l'association des « *mpiray kijana* » qui regroupe la population partageant le même pâturage. Cette association a été établie par l'initiative de la population locale. Elle a été validée et officialisée par l'administration forestière, le chef de poste de l'ancien Réserve National Intégrale d'Andringitra et la mairie de Sendrisoa sous l'autorisation N° 36/MPAEF/RN5/K.20 du 27 Août 1990. La population locale utilise le feu pour le renouvellement des pâturages.

4.4 Utilisation des ressources naturelles

La ressource forestière joue un rôle important dans la vie de la population locale. La forêt est utile dans le cadre de l'usage local : collecte de bois de construction et bois d'œuvre, cueillette d'igname sauvage, collecte de miel et d'écrevisse et la chasse d'oiseau et de sanglier. Pour les bois de construction, la population locale préfère *Ocotea sp.* et *Weinmannia bojeriana*. L'utilisation d'*Eucalyptus spp.* est aussi courante. Concernant les bois de chauffe, elle utilise les bois situés aux alentours des zones habitées. Parmi lesquelles *Erica floribunda* et *Eucalyptus spp.* sont le plus ciblés. Située dans une zone d'élevage extensif et semi-extensif, la forêt constitue une zone de pâturage. L'utilisation ne reste pas sur le plan économique mais aussi sur le plan socio-culturel. La forêt est utilisée pour la pratique des cultes ancestraux et aussi à des fins médicinales.

ANNEXE III: Liste des plantes fourragères dans la forêt dans la zone d'étude

| Noms vernaculaires | Espèce | Genre |
|--------------------|----------------------|---------------------|
| Andrarezo | <i>Trema</i> | <i>orientalis</i> |
| Anjavidimavo | <i>Stoebe</i> | <i>cryptophylla</i> |
| Fandramana | <i>Aphloia</i> | <i>theiformis</i> |
| Fataka | <i>Panicum</i> | <i>subalbutum</i> |
| Hazondrano | <i>Ilex</i> | <i>mitis</i> |
| Kileladreny | <i>Passiflora</i> | <i>subpeltata</i> |
| Lalona | <i>Weinmania</i> | <i>sp.</i> |
| Tsilaninosy | <i>Peucedamum</i> | <i>bojerianum</i> |
| Tsipoaka | <i>Rorippa</i> | <i>lorentii</i> |
| Vahy | <i>Cyphostemum</i> | <i>nicriense</i> |
| Velatra | <i>Brillantaisia</i> | <i>sp</i> |
| Volo | <i>Arundianaria</i> | <i>sp</i> |

Source : PCDI Andringitra/Pic d'Ivohibe (1996)

ANNEXE IV : Liste des plantes fourragères dans les savanes et les bas-fonds

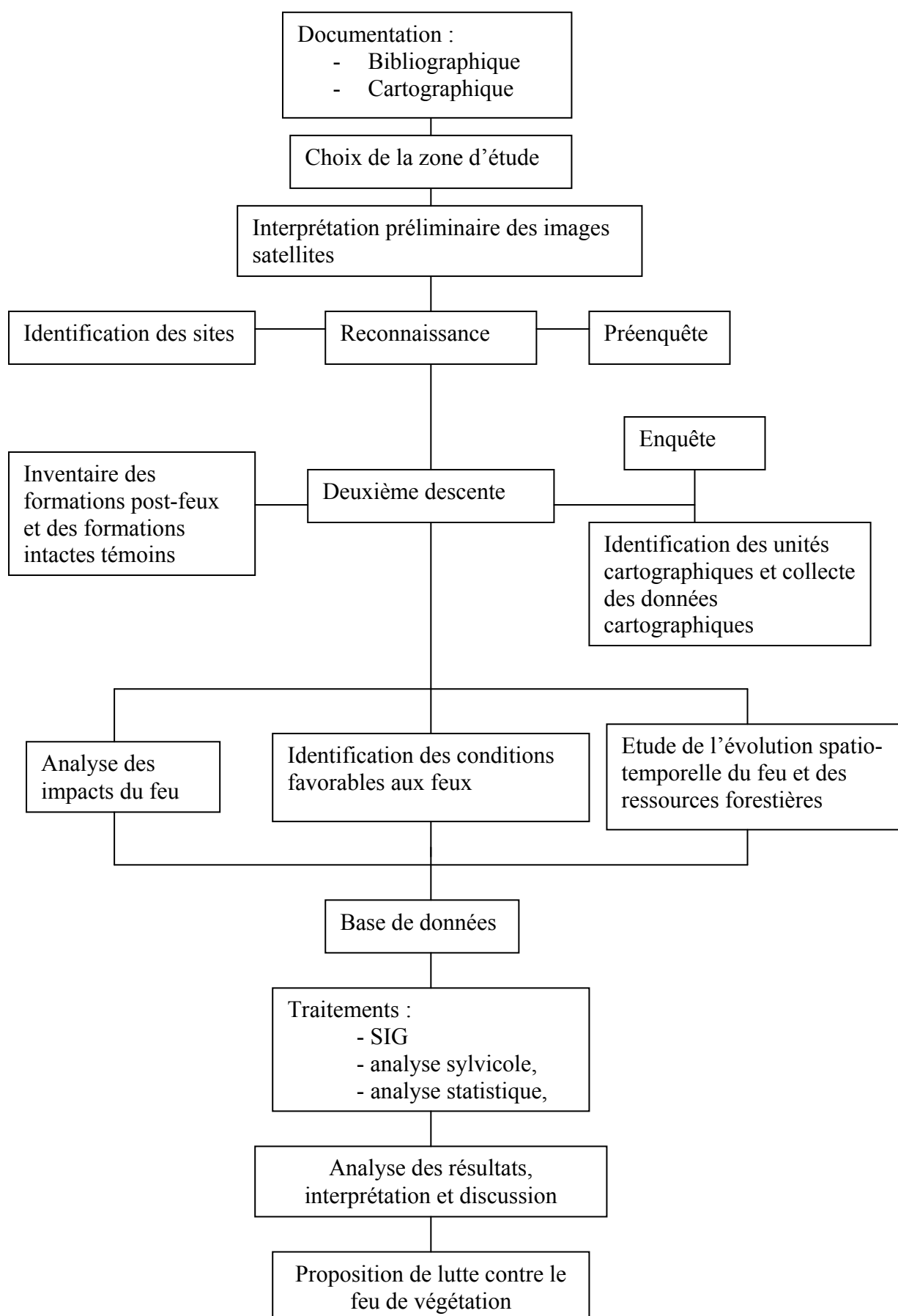
| Noms vernaculaires | Genre | Espèce |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| Ahidambo | <i>Hyparrhenia</i> | <i>rufa</i> |
| Ahipisaka | <i>Paspalum</i> | <i>conjogatum</i> |
| Ahitrombilahy | <i>Chrysopogon</i> | <i>serrulatus</i> |
| Fataka | <i>Panicum</i> | <i>subalbutum</i> |
| Horo | <i>Loudetia</i> | <i>simplex</i> |
| Kifafalahy | <i>Aristidia</i> | <i>rufenscens</i> |
| Kifafavavy | <i>Aristidia</i> | <i>congesta</i> |
| Mafaibaratra | <i>Eulalia</i> | <i>villosa</i> |
| Tenina | <i>Imperata</i> | <i>cylindrica</i> |
| Verobe | <i>Heteropogon</i> | <i>contortus</i> |

ANNEXE V : Zone de pâturage par village

| Villages | Zone de pâturage |
|---|-----------------------------|
| Ampasimbe, Ambalavaokely, Mandredromana, Ambalamanadray, Tanambao, Ankibory, Morafeno, Ampidirana | Andranomandray, Ioromaro |
| Ambalamanandray, Ambalamary, Ambalabe | Entre les bornes N°4 et N°5 |
| Andrarezo, Antanifotsy, Namoly Mahavelo, Ilaivory sud | Entre les borne N°2 et N°4 |
| Ambalavaokely, Ampasimbe | Anjavidilava |
| Ampasimbe | Imaintso |
| Ambalamary, Ambalabe | Ampasimpotsy |
| Andrarezo, Antanifotsy, Ambalamanadray, Ambalabe, Ambalamary, Ambalamanakava | Andohariana |
| Mahsoa, Ilaivory sud | Amparambatosoa |
| Ambalabe, Ambalamary | Andohan'Antsifotra |
| Mahaso, Ilaivory sud | Entre les borne N°1 et N°2 |

Source : RATSIRIARISON, 1997

ANNEXE VI : Résumé de la méthodologie



ANNEXE VII : Guide des questionnaires

Concernant le feu

Type de feu dans la zone d'étude et ses localisations ;
 Utilisation du feu ;
 Cause du feu de végétation ;
 Source du feu ;
 Responsable du feu ;
 Condition favorable aux feux ;
 Historique du feu de végétation dans la zone d'étude ;
 Zone cible du feu de brousse ;
 Période et fréquence des feux de brousse ;
 Impacts de feu de végétation ;
 Listes des essences forestières résistantes au feu ;
 Méthode de lutte contre le feu pratiqué par la population locale ;
 Matériel utilisé dans la lutte contre le feu ;
 Méthode de lutte menée par les différents organismes et institutions, zone cible, fréquence de l'intervention, matériel utilisée ;
 Règlement en vigueur contre le feu de brousse et son application ;
 Vision de la communauté locale sur le feu de végétation ;
 Solution proposé par la population locale, l'administration forestière, les organismes et les autres parties prenantes dans la conservation pour lutter contre le feu.

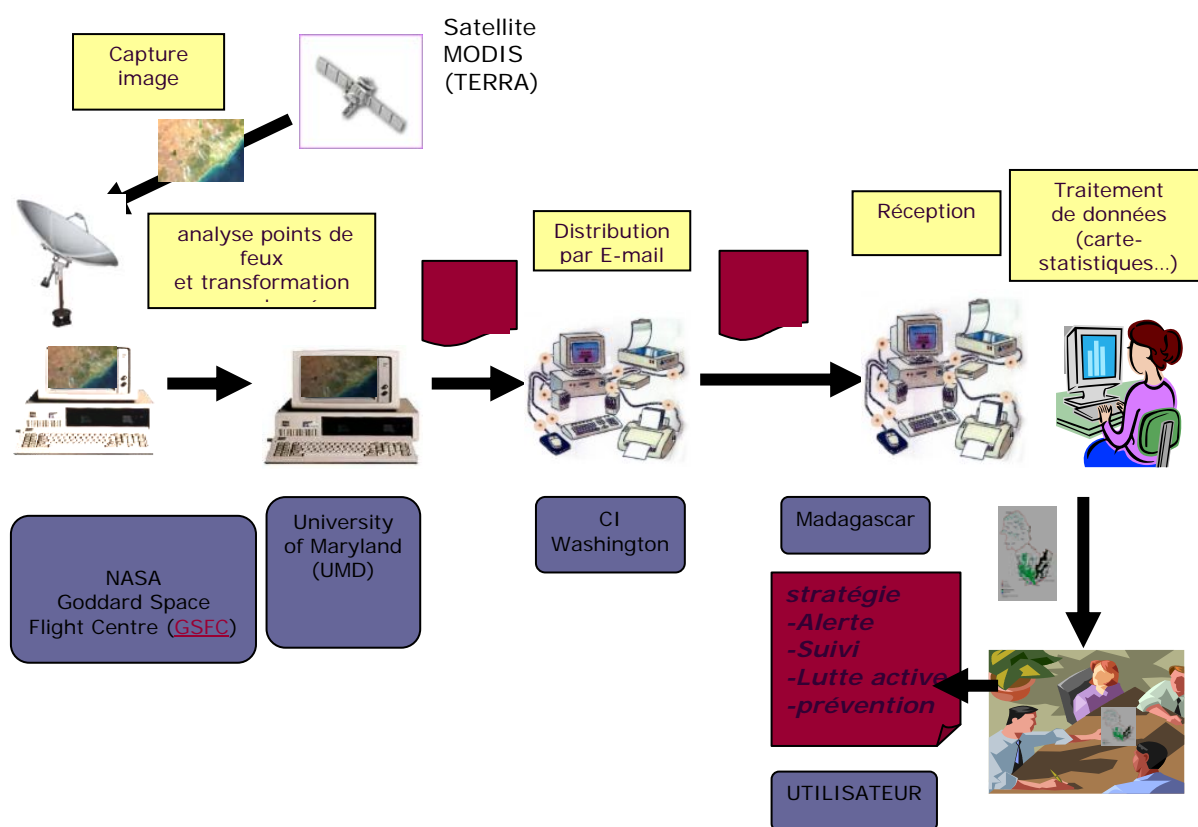
Concernant la formation

Historique de la formation ;
 Mode de gestion de la forêt ;
 Type de forêt dans la zone d'étude et ses localisations ;
 Caractéristique des types de formations ;
 Evolution de la couverture végétale dans la région ;
 Evolution de la couverture végétale après le passage du feu ;
 Plantes indicatrices de la fertilité du sol ;
 Plantes indicatrices d'un appauvrissement du sol ;
 Rôle de la forêt dans la zone d'étude.

Utilisation des ressources naturelles

Ressource naturelle utilisée par la population locale ;
 Période et fréquence de récolte des ressources naturelles ;
 Mode et zone de prélèvement des ressources ;
 Règle régissant l'usage des ressources naturelles ;
 Produit forestier récolté dans la forêt ;
 Pratique paysanne liée à la ressource forestière ;
 Période et fréquence de récolte des ressources forestières ;
 Règle régissant l'usage des ressources forestières ;
 Comportement des populations locales vis-à-vis des règles ;
 Mode et zone de prélèvement ;
 Limite du terroir de chaque village ;
 Les bénéficiaires de chaque terroir ;
 Potentialité de la formation en ressource forestière ;
 Existence d'une exploitation à grande échelle des ressources forestières ;
 Espèces cible de cette exploitation ;
 Période et zone de récolte ;
 Impact du feu sur la potentialité en produit forestière.

ANNEXE VIII : Système de suivi satellitaire du feu



ANNEXE IX : Exemple de points feux

| Latitude | Longitude | Brightness | Scan | Track | Date | Time | Satellite | Confidence |
|----------|-----------|------------|------|-------|------------|-------|-----------|------------|
| -21,763 | 46,394 | 327 | 1,1 | 1 | 30/09/2008 | 7:15 | T | 73 |
| -21,824 | 47,163 | 312,1 | 1,2 | 1 | 30/09/2008 | 7:15 | T | 41 |
| -20,792 | 46,610 | 322,4 | 1,1 | 1 | 30/09/2008 | 7:15 | T | 72 |
| -21,359 | 46,797 | 330,4 | 1,1 | 1 | 30/09/2008 | 7:15 | T | 83 |
| -21,710 | 47,117 | 313,7 | 3,6 | 1,8 | 30/09/2008 | 10:00 | A | 59 |
| -21,704 | 47,086 | 310,7 | 3,7 | 1,8 | 30/09/2008 | 10:00 | A | 40 |
| -21,701 | 47,120 | 312 | 3,6 | 1,8 | 30/09/2008 | 10:00 | A | 52 |
| -21,143 | 46,288 | 323,1 | 1 | 1 | 30/09/2008 | 7:15 | T | 76 |
| -21,764 | 46,404 | 332,8 | 1,1 | 1 | 30/09/2008 | 7:15 | T | 85 |

ANNEXE X : Fiche de relevé des points GPS

| Numéro | EPE | Altitude | Latitude | Longitude | Localité | Type | Passage du feu | Observation |
|--------|-----|----------|----------|-----------|----------|------|----------------|-------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

ANNEXE XI : Fiche de relevé de l'inventaire forestier

Relevé floristique

Date :

Nom de station :

Numéros de parcelle :

Compartiment :

| N° | Espèce | Code | Variables dendrométriques | | | | Houppier | | | | Coordonnées de l'arbre | | Observations |
|----|--------|------|---------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------|---|--------------|
| | | | D _{1,30} | H _{tot} | H _f | H _c | X ₁ | Y ₁ | X ₂ | Y ₂ | X | Y | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Description des parcelles

| N° | Lieu | Coordonnées géographiques des 2 points | | | | Sol | Pente | Altitude | Exposition | Passage du feu | Mode de gestion | Observations |
|----|------|--|----------------|----------------|----------------|-----|-------|----------|------------|----------------|-----------------|--------------|
| | | X ₁ | Y ₁ | X ₂ | Y ₂ | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

ANNEXE XII : Historique du feu de brousse

a. Epoque Monarchique

Le feu de brousse n'est pas un phénomène nouveau à Madagascar. Il fut la préoccupation des dirigeants depuis l'époque monarchique. Conscient de la dégradation des ressources forestières, le roi ANDRIANAPOLINIMERINA (1787-1810) a interdit la mise en feu de la forêt. La politique de ce roi est basée sur la dissuasion par la menace, la gestion participative et la sensibilisation des uns et des autres en montrant que la forêt est finalement le dernier recours des pauvres (BERTRAND & SOUDRAT, 1998). (Cf. Annexe XIII)

La première loi sur la protection de la forêt contre le feu a été adoptée à l'époque de RANAVALONA II (1868 – 1883). Il s'agit du code des « 305 articles » qui régit la vie sociale et économique du Royaume. L'article 101 stipule l'interdiction de la mise à feu des forêts et indique la répression de 10 ans de mis aux fers en cas d'infraction. De même, l'article 105 interdit la culture sur brûlis et sanctionne le délinquant à 5 ans de mise aux fers. Le code de « 305 articles » met en évidence la différence entre le feu volontaire et feu de défrichement qui sont sanctionnés respectivement par une peine de 10ans et 5ans de fer.

b. Epoque coloniale

Au début de l'époque coloniale, les gouverneurs ont fait appliquer le code des « 305 articles » avec plus de rigueur. En 1900, le décret du 10/12/1900 a été établi. Il intègre dans ses 106 articles des dispositions relatives aux feux de brousse. La politique d'interdiction absolue des feux de brousses est irréaliste et inapplicable. Face à cette inefficacité de la mesure répressive, la circulaire du 22 mars 1904 a été publiée au journal officiel du 30 mars 1904. Il prescrit aux chefs de circonscription administrative d'autoriser les indigènes à pratiquer sous certaines conditions les feux de brousses. L'interdiction générale des feux de végétation a été rétablie par le décret du 28/08/1913. L'article 58 du titre VII de ce décret annonce une amende qui peut aller de 100 à 2 000 fmg avec un emprisonnement de 1 à 6 mois pour quiconque aura allumé un feu de brousse et accorde la responsabilité aux populations locales aux voisinages des feux dont les auteurs sont inconnues. Les communautés locales aux alentours des feux doivent rechercher à tous prix l'incendiaire ou payer l'amende à la place de ce délinquant. Le décret du 1913 a été remanié par le gouverneur général Marcel Olivier par le décret du 25/01/1930 développant les dispositions dans le premier.

D'une manière générale, la politique forestière pendant la période coloniale est basée sur une mesure répressive. Des législations permettent de mettre en place la réglementation, l'emploi d'un personnel spécial chargé de constater les infractions et de verbaliser à l'encontre des coupables, et l'application d'une peine par voie de justice aux coupables. Pourtant la régression du domaine forestier national (PIERRIER DE LA BATHIE, 1936; HUMBERT, 1927) traduit l'inefficacité de cette mesure.

c. Après l'indépendance

Constatant que certaines mesures dans la loi 1930 sont inadéquates à la culture Malgache (ANONYME, 1992), le dirigeant a remanié la législation régissant le défrichement et les feux. L'ordonnance 60-127 du 03 octobre 1960 fixant le régime des défrichements et des feux de végétation a été promulguée. Elle reprend l'interdiction des feux de végétation mais avec une exception. Les feux à but strictement économique et social comme le feu de culture et de nettoyage sont autorisés s'ils sont hors des zones forestières (article 8 de l'ordonnance 60-127). Pourtant, Il est interdit d'allumer un feu de végétation quel qu'il soit, à l'intérieur du domaine forestier national ou à l'intérieur d'une parcelle artificiellement reboisée. Tout cas de feu sauvage intentionnellement allumé ou provoqué sera puni d'un emprisonnement selon l'article 35 de l'ordonnance 60-127. Les feux de pâturage en dehors des périodes fixées ou non autorisés sont interdits par l'article 9 de cette même ordonnance. Lorsque l'auteur de l'infraction en demeure inconnu, les collectivités locales sont responsables des délits de défrichements et des feux de végétation exécutés sans autorisation. Les communautés locales doivent payer soit une amende de Ar 3.000 à 60.000fmg suivant le nombre des contribuables qu'elles comportent, soit à fournir à l'administration un nombre de journées de travail correspondant à l'amende encourue calculée sur base de SMIG (article 38 de l'ordonnance 60-127). En dépit des menaces et des répressions, les feux de brousse ne cessent de s'accroître. L'Etat a donc renforcé les mesures en annulant les circonstances atténuantes en faveur des individus reconnus coupables dans une affaire de feu de brousse. Ces faits ont été relatés par l'ordonnance 72-023, paragraphe 7, article 1). En outre, le jugement a été accéléré afin de montrer un exemple de répression (ordonnance 72.039 du 30 octobre 1972).

Malgré les efforts durant de la première république dans la lutte contre le feu de végétation par l'instauration de mesure répressive, les feux de brousse ne cessent d'augmenter. Il constitue un majeur problème pour les dirigeants de la deuxième république. Les dirigeants ont renforcé les mesures répressives en rectifiant l'ordonnance 60-127 du 30 octobre 1960. L'ordonnance 75.028 du 22 octobre a été créée. Elle prescrit des peines de plus en plus sévères. L'emprisonnement de 6 mois à 3 ans prévu par l'article 34 de l'ordonnance 60-127 du 30 octobre 1960 a été porté à 5 ans à 10 ans par l'ordonnance 75-028. L'ordonnance 76-019 du 24 mai 1976 dicte des mesures exceptionnelles pour la poursuite des auteurs du feu de brousse. Un tribunal économique spécial a été créé pour juger le plus vite possible les infractions d'ordre économique ou d'ordre public économique comme le feu de brousse. L'ordonnance 77-068 du 30 septembre 1977 classe les feux de brousse parmi les infractions qui relèvent de la compétence des tribunaux criminels spéciaux. Les tribunaux criminels spéciaux peuvent suivant l'article 28 de cette ordonnance prononcer la peine de mort. D'un simple délit, allumer volontairement ou involontairement, un feu de brousse est devenu une affaire d'ordre criminel après avoir passé par celle de l'ordre économique. Ce qui confirme la volonté des dirigeants du pays à éradiquer ce fléau qui n'a pas encore atteint son but malgré les peines répressives de plus

en plus sévères. Faute de moyen technique et par l'insuffisance des personnels, l'Etat n'a pas pu faire appliquer la loi.

A partir de l'année 1980, les gouvernements optent pour une nouvelle politique de gestion de feu de brousse. Ils ont mis en place un comité interministériel pour enrayer ou au moins diminuer les feux sauvages le 29 février 1980 (Note 0629-PM/CAB du 29 février 1980). En 1982, les services des développements ruraux étudient un plan annuel approuvé par les présidents des comités exécutifs des Fivondronana pour l'organisation des feux de pâturage (Décret 80-313 du 19 juillet 1982). Même si l'ordonnance 60-127 reste en vigueur, elles ne seront plus appliquées réellement sur terrain qu'à partir du milieu des années 1980 (RASAMOELINA, 2003).

La charte de l'environnement a été adoptée le 21 décembre 1990. L'Etat tourne vers une nouvelle politique basée sur la conscientisation et la responsabilisation des populations locales. Elle est renforcée par la promulgation de la loi 96-025 du 30 septembre 1996 relative à la gestion locale des ressources naturelles renouvelables, du décret 2001-122 du 14 février 2001 fixant les conditions de gestions de mise en œuvre de la gestion contractualisée des forêts et du décret 99-951 du 15 décembre 1999 qui relate la création, organisation du Comité interministériel de coordination de coordination de programme « Gestion locale communautaire des feux de végétation à Madagascar ». Ces derniers encouragent la gestion des ressources naturelles par la population locale. Afin de motiver les communautés locales à s'engager dans la lutte contre les feux de végétation, le décret 2002-793 du 07 août 2002 définissant les mesures incitatives à la prévention et à l'éradication des feux de brousse a été promulgué. Un comité permanent de suivi évaluation des feux est institué au niveau de chaque district. Ce comité, est chargé de classer les communes en fonction de l'évolution des feux de végétation :

- Communes méritantes, celles qui ont prodigué des efforts notables en matière de lutte contre le feu, et en témoigne le fait qu'elles n'ont pas été envahies par le feu ;
- Communes encouragées, celles qui ont contribué activement à l'extinction des feux sauvages dans leur territoire et dans lesquelles une diminution des superficies brûlées a été enregistrée ;
- Communes défaillantes, celles qui n'ont fourni aucun effort et qui nécessitent encore d'être responsabilisées.

Des primes et des certificats de bonne conduite sont allouées en fonction de cette classification. Le comité de suivi-évaluation peut proposer aux instances compétentes la suspension temporaire des financements des projets en cours dans les communes défaillantes (RAKOTOARIJANA, 2006).

ANNEXE XIII : Discours d'Andrianampoinimerina (1787-1810)

« Voici la forêt patrimoine non susceptible de répartition entre mes sujets... Ils auront... toute liberté pour faire prendre dans la forêt les matériaux dont ils ont besoin... Il est néanmoins interdit d'incendier la forêt et d'en brûler les bois, si ce n'est pour fabriquer le charbon qui sert aux travaux de forge. Cette interdiction, prise dans votre propre intérêt, a pour but d'éviter la disparition complète et irrémédiable de la forêt. Ainsi donc, lorsque vous voudrez faire du charbon, installez vous à l'orée de la forêt et non à l'intérieur. »

ANNEXE XIV : Code des 305 articles à l'époque de RANAVALONA II

Article 101 : Les forêts ne doivent pas être incendiées ; ceux qui les brûlent seront mis aux fers pendant dix ans

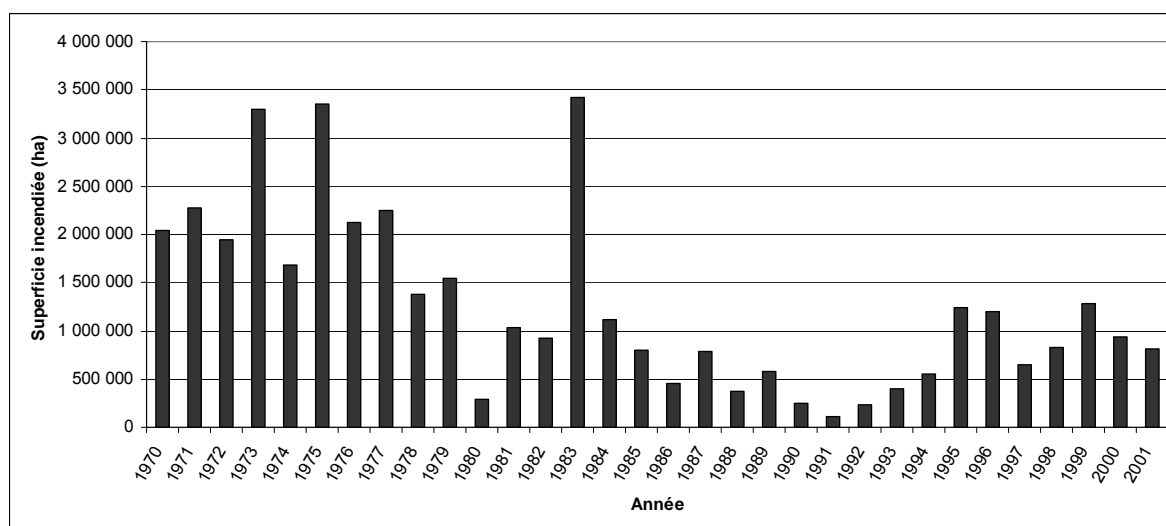
Article 105 : L'on ne peut défricher la forêt par le feu dans le but d'y établir de champs de riz, de maïs et toutes autres cultures, seules les parties antérieurement défrichées et brûlées peuvent être cultivées. Si des personnes opèrent de nouveaux défrichements par le feu ou étendent ceux déjà existants, elles seront mises aux fers pendant 5 ans. (ANONYME, 1992).

ANNEXE XV : Evolution du feu de brousse à Madagascar

Pendant la colonisation, l'étude effectuée par GENDARME en 1960 (CENTRE MONDIAL DE SURVEILLANCE CONTINUE DE LA CONSERVATION DE LA NATURE MADAGASCAR, 1990) indique une surface incendiée d'au moins 2 500 000 ha par an. Cette situation s'est améliorée après la réforme de la législation sur le feu de brousse (Cf Figure 24). Entre la période 1970 et 2001, les surfaces moyennes annuelles incendiées se sont réduites à 1 254 707 ha. Le feu de végétation surprend annuellement 2,14% de la surface nationale (58 658 000 ha). Une tendance à la baisse est aussi notée depuis 1985 en dépit des années d'aggravation. L'initiative d'introduction de responsabilisation et de conscientisation de la population dans la politique de gestion de feu de brousse a entraîné cette réduction. En effet, la moyenne annuelle des surfaces incendiées est de 1 911 036 ha entre 1970 et 1984 contre 675 592 ha pour celle de la période 1985 à 2001. Une recrudescence des surfaces incendiées a été constatée après chaque instabilité politique et trouble intérieur : instabilité du pouvoir colonial, *tabataba*¹⁰ de 1947, instauration de la loi cadre de 1956, indépendance, et crise de 1991 (RAMANANTSOAVINA, 1963 ; DEZ, 1968 ; RAMBELOARISOA, 1995 ; RASAMOELINA, 2000 ; RASAMOELINA, 2003 ; MASAHIRO, 2003). La figure suivante confirme cette constatation, la surface incendiée a connu un pic en 1973 juste après la révolution de 1972. La diminution de la surface ravagée par le feu à 109 947ha en 1991 ne reflète pas vraiment la réalité. Cela ne provient pas de la diminution effective du feu mais de la difficulté qu'éprouve le Ministère à collecter et à centraliser les données au niveau des différents

¹⁰ Lutte pour l'indépendance en 1947

DREFT et des Cantonnements. En effet, des études effectuées par plusieurs auteurs (ANONYME, 1992 ; RASAMOELINA, 2000 ; RASAMOELINA, 2003) indique une augmentation considérable du feu pendant l'année 1991. Entre 1995 et 1996, le feu de brousse semble s'accroître. Elle est respectivement de 1 238 129 ha et 1 197 314 ha. La préparation à l'élection présidentielle en 1996 a aggravé la situation (RASAMOELINA, 2000).



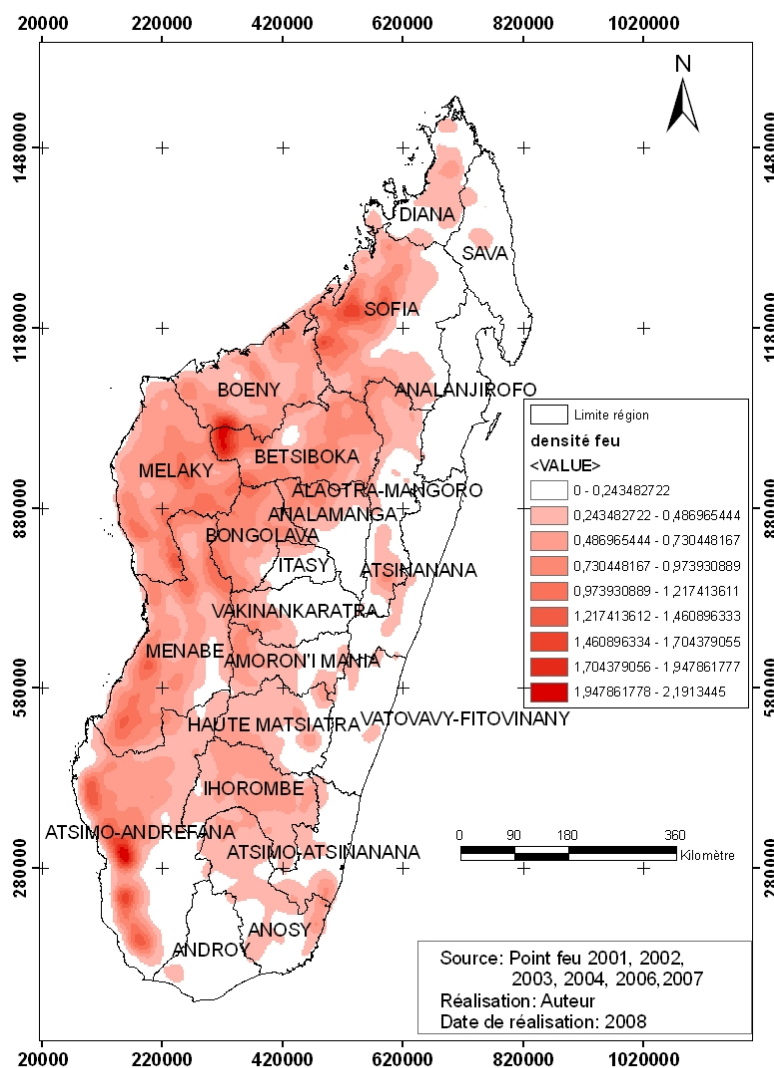
Source : RASAMOELINA, 2003 ; MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FORET ET DU TOURISME

Figure 24 : Evolution de la surface incendiée à Madagascar entre 1970 et 2001

ANNEXE XVI : Localisation générale du feu de brousse

Les feux de végétation pourraient toucher toutes les forêts et les savanes du territoire national. Ils sont très intenses au niveau des hautes terres centrales, dans les zones d'élevage de bétail. Elle forme une bande presque continue de la région de Betsiboka jusqu'à la région d'Ihorombe. Les feux sévissent surtout les prairies dans les savanes (CIRAD et al., 1998). Les zones sèches de l'ouest et du sud ouest sont aussi régulièrement dévastées par les feux. Les forêts caducifoliées de l'ouest brûlent très facilement. Les régions les plus concernées par les feux de brousse sont : Sofia, Boeny, Betsiboka, Melaky, Bongolava, Alaotra Mangoro, Analamanga, Menabe, Vakinakaratra, Amoron'ny Mania, Matsiatra Ambony, Atsimo Andrefana et Ihorombe (Cf Carte 10). L'étude effectuée par le Groupe Interministériel sur le feu de brousse (1980) a classifié les districts touchés par les feux de végétation par ordre d'importance :

- Province d'Antananarivo : district d'Akazobe (Région Analamanga), Miarinarivo (Région Itasy), Betafo (Région Vakinakaratra), Faratsiho (Région Vakinakaratra), Ambatolampy (Région Vakinakaratra), Soavinandriana (Région Itasy), Andramasina (Région Analamanga), Antananarivo Atsimondrano (Région Analamanga) et Antananarivo Avaradrano (Région Analamanga) ;
- Province de Fianarantsoa : district d'Ikalavavony (Région Matsiatra Ambony), Ambalavao (Région Matsiatra Ambony), Ambohimahasoa (Région Matsiatra Ambony), Ambositra (Région Amoron'i Mania) et Fianarantsoa (Isandra, Vohibato, Lalangina) dans la région Matsiatra Ambony ;
- Province de Mahajanga : district de Mampikony (Région Sofia), Maevatanana (Région Betsiboka), Antsohihy (Région Sofia) et Maintirano (Région Melaky) ;
- Province de Toliary : District de Betroka (Région Anosy), Ankazoabo (Région Atsimo Andrefana), Sakaraha (Région Atsimo Andrefana), Ankilazato (Région Menabe), Morondava (Région Menabe), Toliary (Région Atsimo Andrefana) ;
- Province de Toamasina : District d'Ambatondrazaka et de Moramanga dans la région Alaotra Mangoro ;
- Province d'Antsiranana : District de Vohimarina et Sambava dans la région SAVA.



Carte 10 : Répartition des feux de brousse à Madagascar période 2001-2007

ANNEXE XVII : Propagation du feu sur la pente



Source : MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2000

ANNEXE XVIII : Nombre de foyer feu par commune dans le district d'Ambalavao durant la période 2001-2007

| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | TOTAL |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Ambalavao | 2 | | 4 | 1 | | | 1 | 8 |
| Ambinanindovoka | 2 | | 2 | | | 2 | 2 | 8 |
| Ambinaniroa Andonaka | 16 | | 78 | 30 | 51 | 20 | 55 | 250 |
| Ambohimahamasina | 3 | | 13 | 3 | 1 | | 10 | 30 |
| Ambohimandroso | 2 | | 1 | 3 | | 2 | | 8 |
| Andrainjato | 1 | | | | | 3 | 1 | 5 |
| Anjoma | | | 2 | | 1 | 1 | | 4 |
| Ankaramena | 6 | | 13 | 3 | 10 | 2 | 7 | 41 |
| Besoa | | | 3 | | | | 3 | 6 |
| Fenoarivo | 33 | 1 | 80 | 49 | 97 | 51 | 108 | 419 |
| Iarintsena | 6 | | 27 | 8 | 10 | 11 | 27 | 89 |
| Mahazony | 1 | | 4 | | | 3 | | 8 |
| Manamisoa | | | 1 | | | 1 | 4 | 6 |
| Miarinarivo | 2 | | | | | 8 | 2 | 12 |
| Sendrisoa | 1 | | 2 | | 3 | 23 | | 29 |
| Vohitsaoka | 18 | 3 | 17 | 6 | 18 | 8 | 14 | 84 |
| TOTAL | 93 | 4 | 247 | 103 | 191 | 135 | 234 | 1 007 |

ANNEXE XIX : Lutte contre le feu de brousse dans la zone d'étude

Plusieurs entités collaborent dans la zone d'étude pour lutter contre le feu de végétation : l'administration forestière, la collectivité territoriale décentralisée, les organismes d'appuis (MNP, ERI, NY TANITSIKA), les VOI¹¹ et surtout la population locale.

1. Par l'administration forestière

1.1 Historique de la gestion du feu de brousse dans la zone d'étude

Avant la création de la Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra en 1927, il y avait une certaine liberté dans la mise à feu et aux renouvellements des pâturages. A partir de cette année, la politique de gestion du feu de brousse a été renforcée afin de protéger la nouvelle aire protégée. Depuis la mise en place de cette Réserve, l'utilisation du feu et même la pénétration dans l'aire protégée sont interdites. Pourtant, l'utilisation de feu de renouvellement de pâturage était autorisée à condition de voir succéder 3 jours de pluie (BLOESCH et *al.*, 2000). A partir de la promulgation du décret 60-127 du 03 octobre 1960, la situation s'est encore améliorée. Le feu de pâturage est autorisé durant la saison de pluie entre 15 décembre et 15 avril dans le district d'Ambalavao. La lutte contre la gestion de feu de brousse dans la zone d'étude est effectuée suivant 3 grands axes : mesure préventive et incitative, mesure répressive et lutte active.

1.2 Mesure préventive et incitative

1.2.1 Sensibilisation

Le Cantonnement forestier d'Ambalavao effectue une visite de quatre fois par an dans la région de Namoly. Durant son passage, il effectue une sensibilisation sur la protection de l'environnement en particulier sur les méfaits du feu de brousse et sur la méthode de lutte contre ce fléau. Durant chaque réunion avec le cantonnement forestier, la sensibilisation sur la lutte contre le feu de brousse figure toujours dans l'ordre de jour. Plusieurs méthodes ont été utilisées dans la lutte contre le feu de brousse. L'administration forestière emploie des brochures et des affiches informant la population locale sur la législation sur le feu de brousse, les impacts négatifs du feu de végétation et les méthodes de lutte contre le feu de brousse :

- La brochure « *Fantaro, diniho tsara, dia tandremo* » élaborée par MINENVEF informe sur les législations régissant le feu de brousse ;
- La brochure « *Torolalana ho fitantanana ny afon-javamaniry* » réalisée par MINENVEF, JARIALA et IRG informe sur la législation concernant le feu de végétation, les différents types de feu et les méthodes de lutte contre le feu de brousse ;

¹¹ *Vondonolona Ifotony* : communauté de base gestionnaire de la ressource naturelle

- Le « KIT KASTI » préparé par NY TANITSIKA et MINENVEF renseigne sur les procédures pour la réalisation des feux de pâturage, des feux de charbon, des feux de défrichement,

Durant la descente sur terrain le Cantonnement Forestier effectue aussi une séance de démonstration sur l'impact négatif du feu de brousse. En outre, l'administration forestière utilise aussi les radios locales comme le « *Feonitsieniparihy* » pour la campagne de la lutte contre le feu de végétation dans le district d'Ambalavao et ces environs.

Confrontée au manque de moyen personnel, l'administration forestière responsabilise la population locale. Un comité responsable du suivi et du contrôle de l'environnement et des ressources forestières a été mis en place (KASTI). Il est chargé de la sensibilisation dans la lutte contre les actions négatives sur les ressources naturelles et la surveillance de l'évolution ces ressources. Il y a aussi une redynamisation des collectivités territoriales décentralisées (Fokontany, commune et district) et des parties prenantes dans la conservation de l'environnement (MNP, NY TANITSIKA, ERI).

1.2.2 Contrôle et surveillance

La DREFT à Fianarantsoa dispose une brigade responsable du suivi du feu dans la région de Matsiatra Ambony. Cette brigade est composée de 4 agents qui collaborent avec les Cantonnement dans la sensibilisation, le contrôle et la surveillance du feu de brousse. Les activités des agents sont dictées par l'évolution du feu de brousse dans chaque district. La brigade feu effectue des surveillances et des visites inopinées dans les zones fréquemment dévastées par le feu de végétation pendant la période de feu. La DREFT Fianarantsoa collabore avec JARIALA dans le suivi du feu de brousse en utilisant le système de suivi satellitaire du feu. Ce système ne permet seulement de suivre l'évolution du feu de brousse dans le temps mais surtout de détecter les feux qui constituent une menace dans chaque zone. Il est utilisé pour informer les parties prenantes dans la conservation sur les feux existant dans leur zone d'intervention et de prendre les mesures adéquates dans le bref délai. La surveillance du feu est complétée par la communication des informations entre les agents sur terrain, le DREFT, les organismes de conservation et surtout la population locale.

1.2.3 Renouvellement des pâturages

Le renouvellement de pâturage est destiné à améliorer la végétation herbacée sur le pâturage. Il est autorisé entre le 15 décembre au 15 avril après une demande collective déposée par les éleveurs. Les éleveurs déposent leur demande au niveau du Cantonnement Forestier d'Ambalavao avec un droit d'Ar 500 par éleveur après avoir passé au sein de la commune, du fokontany et du VNA¹². Une autorisation de renouvellement de pâturage est délivrée après la constatation effectuée par l'agent forestier si l'utilisation est nettement reconnue et que la zone

¹² Vaomieran'ny afo : Personne responsable du suivi du feu dans chaque village

choisie ne présente un risque de feu élevé (pente forte, combustible hautement inflammable). La réglementation en vigueur prévoit une surface limitée au strictement nécessaire qui est déterminée en fonction de la tête de bovin et du nombre d'éleveur. Il exige aussi la protection de la surface demandée par un pare feu de 5m de large. L'incinération est effectuée pendant le jour où le risque de feu est faible et assisté par les hommes valides et l'autorité locale. Ces mesures demandent beaucoup de temps, mobilisent beaucoup de personnes et sont trop coûteuses pour la population locale. Ainsi, les hommes éloignés des bureaux administratifs comme Namoly préfèrent éviter cette démarche et brûlent clandestinement leur pâturage.

Environ 20 demandes par an sont enregistrées au niveau du district d'Ambalavao depuis 2007. Parmi ces demandes 15 sont accordées par le cantonnement forestier avec une moyenne de 6ha par demande. La commune de Sendrisoa dépose quatre demandes par an (source : CANTONNEMENT AMBALAVAO, 2008). Environ 1,15 ha par tête de bovin sont accordés aux éleveurs dans le district d'Ambalavao. La commune de Sendrisoa est la plus pauvre en surface de pâturage avec 0,85 ha par tête de bovin. La plus grande demande de surface de pâturage est enregistré dans la commune de Vohitsaoka (CANTONNEMENT AMBALAVAO, 2008 ; DREFT FIANARANTSOA, 2008). Plus de 65% de la demande de renouvellement de pâturage provient dans cette zone. Non seulement parce que cette commune dispose un nombre élevé de bétail mais aussi le pâturage par unité de bovin est élevé avec 1,25 ha par tête de bovin (Cf tableau 23).

Tableau 23 : Surface de pâturage en fonction du tête de bovin dans le district d'Ambalavao en 2005

| Commune | Surface de pâturage (ha) | Nombre de bétail | Fokontany Bénéficiaire |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------|------------------------|
| CR Sendrisoa | 1 420 | 2 363 | 5 |
| | 976 | 440 | 2 |
| Total Sendrisoa | 2 396 | 2 803 | |
| CR Vohitsaoka | 8 884 | 5 742 | - |
| | 3 845 | 4 471 | 5 |
| Total Vohitsaoka | 12 729 | 10 213 | |
| CR Ankaramena | 330 | 150 | - |
| | 1 250 | 1 150 | 4 |
| Total Ankaramena | 1 580 | 1 300 | |
| CR Ambinaniroa - Andonaka | 600 | 600 | - |
| | 650 | 600 | 1 |
| Total Ambinaniroa-Andonaka | 1 250 | 1 200 | |
| CR Iarintsena | 1 350 | 1 250 | 3 |
| Total Iarintsena | 1 350 | 1 250 | |
| TOTAL | 19 305 | 16 766 | |

Source : DREFT, 2008

1.3 Lutte active

En cas de feu, tous les moyens personnels et matériels au niveau de l'administration forestière sont réquisitionnés. L'administration collabore avec les hommes âgés de plus de 18 ans

dans la zone concernée. Elle est confrontée à des problèmes de matériel et de personnel. En effet, un seul agent forestier s'occupe du district d'Ambalavao qui s'étend sur une surface de 4 686km². Cet agent n'est pas équipé de matériel adéquat à la lutte contre le feu de brousse. Les matériels rudimentaires comme les haches, les branches, l'*angady*¹³, et les sceaux sont utilisés dans la lutte contre le feu de brousse. La descente sur terrain se fait souvent à pied. De même, le DREFT Fianarantsoa n'a que quatre agents chargés du suivi du feu dans la région Matsiatra Ambony. Cette unité ne dispose ni de moyen de déplacement ni de matériel de lutte contre le feu de brousse.

1.4 Mesure répressive

En cas de délit, le Cantonnement forestier effectue une constatation sur terrain. Il élabore un PV à partir des faits observés et des enquêtes menées. En fonction de l'importance du délit, le cantonnement forestier peut, soit appliquer le *Dina* avec la population locale ou la collectivité territoriale décentralisée et effectuer un compte rendu au niveau de la DREFT, soit effectuer un rapport au niveau de la force de l'ordre. Pour le dernier cas, c'est le tribunal qui fixe la peine encourue par le délinquant. En dépit de l'emprisonnement prévu par l'article 35 de l'ordonnance 60-127 en cas de feu sauvage intentionnel, aucune personne n'a été emprisonnée dans la zone d'étude. La loi reste inappliquée. La majorité des délits concernant les ressources naturelles dans le district d'Ambalavao sont tous des délits liés aux feux de végétation. Le tableau suivant montre le délit de feu dans la zone d'étude. Il indique une évolution qui varie suivant le nombre annuel de foyer feu détecté par satellite. En 2003, où le nombre de foyer feu enregistré dans la zone d'étude atteint le maximum, le nombre de délit atteint 65. Par contre, en 2004 où le nombre de foyer feu est relativement faible, le délit diminue à 7 pour augmenter jusqu'à 17 en 2005 (Cf Tableau 24 et Figure 8).

Tableau 24 : Délit de feu de végétation recensé dans la district d'Ambalavao

| Année | 2003 | 2004 | 2005 |
|-----------------|------|------|------|
| Nombre de délit | 65 | 7 | 17 |

Source : DREFT FIANANTSOA, 2008

L'administration fait face à des difficultés dans l'exercice de l'enquête relatif au feu de brousse. Les paysans préfèrent se taire et s'arranger entre eux. Environ 99% des feux identifiés dans le district d'Ambalavao sont d'auteurs inconnus. En 2004, la totalité des feux recensés dans le district sont tous d'auteur inconnu (DREFT FIANARANTSOA, 2008). Il existe une solidarité entre la population locale qui empêche de dénoncer un des leurs. La peur de la vengeance de la part des autres membres de la famille coupable est aussi notée. Les habitants désorientent l'enquête en donnant des faux renseignements contradictoires aux faits. Ils indiquent souvent des débuts du feu en dehors des limites du terroir de leur village.

¹³ Bêche

2. Par le MNP

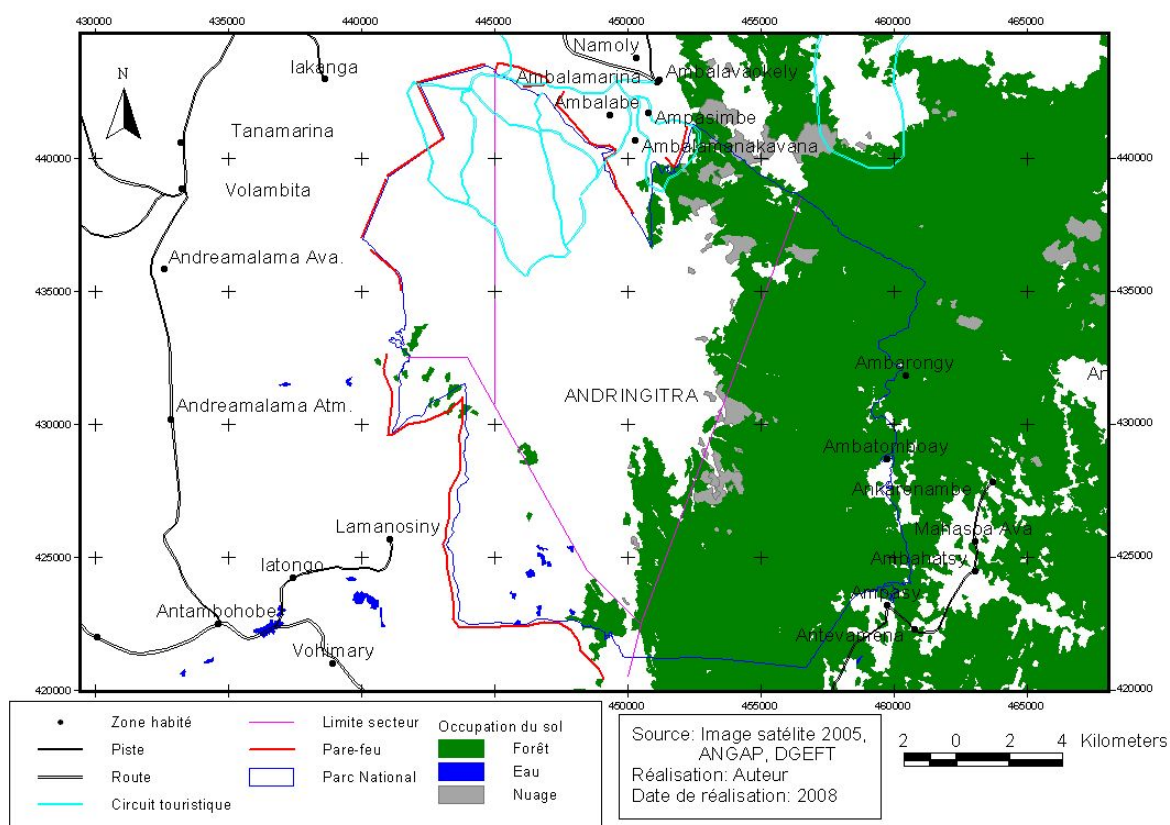
2.1 Sensibilisation

Le secteur Namoly dispose trois agents appuyés par le Chef secteur dans les activités suivantes : suivi et contrôle, sensibilisation, suivi et encadrement technique des microprojets, pare-feu, assistance des chercheurs, guidages, suivi écologique, entretient des sites et circuits touristiques. Le MNP collabore avec la population locale et effectue un module de formation accès sur l'initiation sur la valeur du parc, l'initiation sur le retombé économique du parc, l'initiation à la problématique environnementale des ressources naturelles et du parc et, le changement de comportement. L'objectif de ces sensibilisations est d'accroître la connaissance de la population locale et des leaders traditionnels sur l'importance des ressources naturelles et surtout de l'aire protégée afin d'augmenter la conscience environnementale. Ceci permet promouvoir la participation de la population locale dans la conservation. Le MNP utilise plusieurs moyens dans la sensibilisation. Aux niveaux de l'école, l'initiation de la valeur du parc est proposée aux élèves. L'initiation sur le retombé économique du parc est réalisée au niveau des villages. Tandis que, l'initialisation au problématique environnementale et le changement de comportement sont proposés pour les actions en villages et les actions en école. Chaque module est réalisé pendant deux jours dans les villages ou les écoles. Les sensibilisations au niveau des écoles 9 écoles dans le secteur Namoly sont généralement réalisées au cours du premier trimestre de l'année en cours. Pourtant, ceux des villages sont repartis pendant les années. La sensibilisation est réalisée une fois par an dans chaque village. Elle peut être renforcée suivant les attitudes des populations locales. Le MNP utilise aussi les radios locales et les rétroprojecteurs pour bien atteindre les groupes cibles.

2.2 Prévention

2.2.1 Pare feu

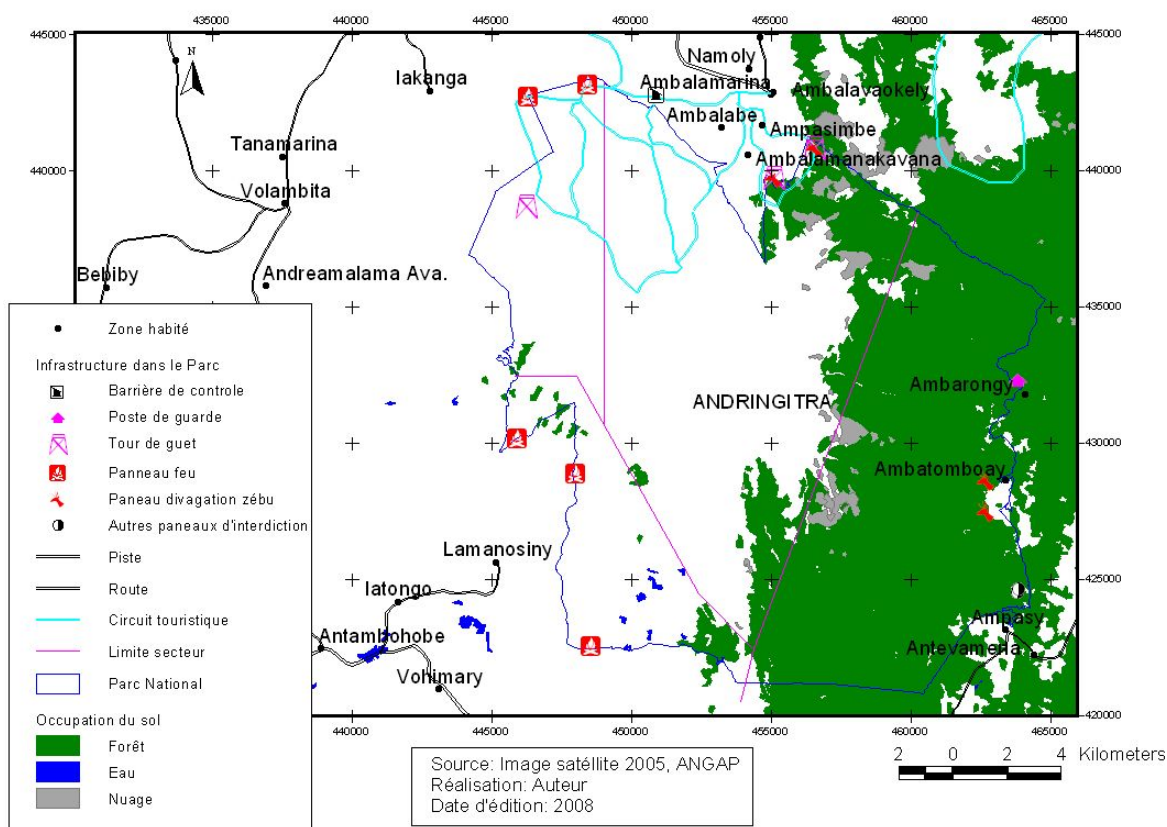
Le pare-feu consiste à créer une discontinuité des combustibles afin de réduire l'intensité du feu. Il est installé dans les zones ravagées périodiquement par le feu de végétation perpendiculairement aux directions du vent dominant (Cf carte 11). L'abondance des végétations très inflammables dans la partie ouest du Parc National d'Andringitra rend difficile la mise en place des pare-feux. Il peut provoquer de feu accidentel. Le pare-feu est réalisé avec la population locale et surtout les associations de *Mpiray Kijana* après l'autorisation de l'administration forestière. Les pare-feux sont établis entre le mois de juillet et le mois d'août où les températures sont relativement fraîches.



Carte 11 : Localisation des pare-feux autour du parc National Andringitra

2.2.2 Panneau

Des panneaux d'information et d'interdiction ont été installés dans les parcs et ses environs. Ils informent les visiteurs et la population locale sur les risques que peuvent provoquer certain comportement. Les panneaux sont installés aux alentours des pistes ou des circuits dans les zones où le risque de propagation de feu est élevé (Cf carte 12). Ils sont constitués par des panneaux d'interdiction de feu et des panneaux d'interdiction de passage de bœuf.



Carte 12 : Infrastructure dans le Parc National Andringitra

2.3 Suivi et contrôle

2.3.1 Suivi sur terrain

La méthode utilisée dans le suivi et le contrôle réalisé par l'équipe du MNP consiste à la combinaison de l'observation générale et les suivis écologiques. Les agents du MNP effectuent des patrouilles dans le Parc National et ses zones périphériques. La région d'Andringitra est répartie en 2112 carreaux pour faciliter les activités de surveillance. L'intensité de surveillances est accentuée en saison sèche. Elle atteint son maximum pendant la période de feu de brousse en troisième trimestre (Cf tableau 25). Cette augmentation des activités de surveillance est remarquée dans les secteurs menacés par le feu : Namoly, Sahanambo et Ivohibe. En outre, le MNP installe des parcelles de surveillance dans le Parc afin de mesurer les impacts du feu sur les ressources naturelles. Le suivi est réalisé dans les prairies, les montagnes et les habitats des espèces rares.

Tableau 25 : Carreaux surveillés en 2006 dans le parc National Andringitra

| Secteur | Trimestre 1 | Trimestre 2 | Trimestre 3 | Trimestre 4 | TOTAL |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Namoly | 90 | 108 | 221 | 102 | 521 |
| Sahanambo | 24 | 69 | 128 | 62 | 283 |
| Ivohibe | 43 | 60 | 140 | 84 | 327 |
| Est | 20 | 31 | 56 | 37 | 144 |
| TOTAL | | | | | 1275 |

Source : MNP, 2008

2.3.2 Suivi satellitaire du feu

Les activités de surveillance sur terrain sont combinées avec le suivi satellitaire du feu. Les données issues du système d'alerte feu sont traitées au niveau du Direction régional du MNP Fianarantsoa. Ils sont projetés dans les zones d'intervention. Les coordonnées des feux identifiées aux alentours des sites d'intervention sont transmises par téléphone ou par BLU à le MNP Ambalavao et aux secteurs concernés.

2.4 Lutte active

Tous les matériels et les personnels du MNP Ambalavao et les différents secteurs sont mobilisés en cas de feu dans la zone d'intervention. Après l'identification du site concerné, le MNP informe la population locale et les autorités des zones concernées. Le MNP collaborent avec la population locale dans la lutte contre le feu. Une fois que le feu est maîtrisé, l'équipe passe à la délimitation et à l'évaluation du dégât. Des rapports sur la constatation de la situation seront ensuite envoyés au Cantonnement forestier. La poursuite judiciaire est confiée à ce dernier.

3. Par la population locale

Plusieurs structures ont été mises en place dans la lutte contre le feu de brousse : VNA et KASTI, Gardien bénévole, VOI, association des *Mpiray Dina*, association des *Mpiray Kijana*.

3.1 VNA et KASTI

Le KASTI (*Komitin'ny Ala sy ny tontolo iainana*) et le VNA (*Vaomieran'ny afo*) sont des responsables du suivi du feu de végétation au niveau de chaque village. Le secteur Namoly dispose 24 VNA. Ils sont élus au niveau de chaque village. Ils assurent la surveillance du feu dans les terroirs de leur village, alerte la population en cas de feu et effectue un état de lieu en cas de délit. Le VNA effectue aussi des sensibilisations à chaque réunion villageoise. La sensibilisation est renforcée pendant la saison sèche. Depuis la dernière formation en 2006, quelques VNA sont déjà remplacés à cause de la vieillesse ou de décès. Les VNA nouvellement nommés ne disposent pas d'information suffisante sur sa responsabilité et les procédures y afférentes.

3.2 VOI

En vue de permettre à la participation effective des populations locales à la conservation durable des ressources naturelles renouvelables, le transfert de gestion de MIORA ATSIMO et de MIORA AVARATRA a été mis en œuvre en 2003. Depuis la mise en place de ces deux GELOSE, les feux de végétation dans la partie Est de la zone d'étude gérée par la population locale ont considérablement diminué. La mise à feu des zones conservées est sanctionnée de Ar 100.000 à 200.000 d'amende et le reboisement des zones sévies par le feu. Le montant est fixé par l'assemblée générale après avoir été étudié par les comités de gestion du VOI. Le *Vondron'Olonana Ifotony* dispose une unité de surveillance. Des gardiens bénévoles postés sur les points d'accès dans la forêt surveillent l'entrée et la sortie de la forêt. L'entrée dans les zones transférées nécessite une

autorisation préalable auprès des membres de bureau. L'intéressé doit passer aux gardiens bénévoles qui enregistrent les renseignements sur la personne demanderesse et ses activités dans la forêt.

3.3 Gardien bénévole

Les gardiens bénévoles sont placés sur les points d'accès du Parc et de la forêt. La région dispose deux groupes de gardiens bénévoles. Le premier collabore avec le MNP et surveille l'entrée du parc et le second est rattaché aux VOI et contrôle l'entrée dans la forêt transférée à la population locale. Ils surveillent respectivement les personnes qui pénètrent dans le Parc et dans la forêt. Les gardiens vérifient les autorisations et enregistrent les renseignements sur les intéressés. Une fiche aux seins des gardiens bénévoles est remplie par les personnes qui pénètrent dans la zone protégée (Cf annexe XXII). Le secteur Namoly compte 12 Gardiens Bénévoles.

3.4 Mpiray Kijana

Sous l'initiative de la population locale, des associations d'usager des pâturages ont été officialisées en 1990 par l'autorisation N° 36/MPAEF/RN5/K.20. Namoly abrite cinq associations d'usager des pâturages. L'association regroupe la population locale qui envoie leur bétail dans la forêt de la zone périphérique ou dans les prairies altimontagnes à l'intérieur du parc. Les membres de l'association effectuent un gardiennage collectif de leurs bétails et des surveillances de pâturage. L'accès dans les zones de pâturage sans autorisation préalable de l'association est sanctionné. C'est le cas à Morafeno où le suspect a payé une tête de bovin. Les Mpiray Kijana¹⁴ assurent le renouvellement du pâturage sous l'autorisation du Cantonnement Forestier. Ils contribuent aussi à la lutte contre le feu sauvage. Les sensibilisations contre le feu figurent toujours dans l'ordre de jour de l'association pendant les réunions ordinaires trimestrielles et les réunions extraordinaires. L'association collabore avec le MNP dans la mise en place des pare-feux et des parcelles de surveillance de suivi de l'évolution de la végétation après le passage du feu dans les prairies.

3.5 Dina

La zone d'étude dispose 2 *Dina* en vigueur : *Dinan'ny Matsiatra Ambony* et *Dinan'ny Tontolo Iainana* de la commune de Sendrisoa. Le *dinan'ny Matsiatra Ambony* régit la sécurité à l'intérieur de la région. Le chapitre IV de cette *Dina* interdit les feux sauvages. La sanction varie selon les zones ravagées par les feux. Pour le cas de feu dans les aires protégées, le délinquant est sanctionné d'Ar 400.000. Dans les pâturages et les forêts naturelles elle est respectivement d'Ar 60.000 et Ar 20.000. Le même *dina* sanctionne aussi les personnes qui ne participent pas à la lutte contre le feu d'une amende de Ar 5.000 à Ar 20.000. Comme toutes les communes du district d'Ambalavao qui se trouvent dans le corridor forestier Ranomafana-Andringitra, la commune du Sendrisoa dispose un *dina* sur la gestion des ressources naturelles. La chapitre I du dernier *dina* interdit les feux sur les forêts naturelles et sanctionne l'auteur des feux d'une amende entre Ar20.000

¹⁴ Association des usagers des pâturages

à 100.000 selon la circonstance. Les feux non autorisés sont pénalisés d'une amende d'Ar 20.000. La propagation de feu de renouvellement de pâturage et de nettoyage de culture est sanctionnée respectivement d'Ar 20.000 et d'Ar 2000. En dépit des sanctions fermes énoncées par les *dina*, les feux de brousse persistent dans la zone d'étude. Les *dina* restent inappliqués. La solidarité sociale au niveau de la population locale empêche de dénoncer ou de sanctionner un des leurs. Dans la plupart des cas le règlement est appliqué au village au voisinage du feu car l'auteur reste inconnu.

4. Mesure incitative

Dans le cadre de la mise en œuvre du décret 2002-793, l'ONG NY TANITSIKA collabore avec les collectivités territoriales décentralisées dans le corridor forestier dans la classification des communes suivant leur effort dans la conservation de l'environnement. Il s'agit d'orienter les investissements dans les communes méritantes en matière de conservation de la protection de l'environnement. L'objectif est de responsabiliser la collectivité territoriale décentralisée et la population locale par la mise en place d'une planification concertée relatif à la conservation de la biodiversité. La classification des communes est réalisée à partir des objectifs initialement définit en matière de reboisements réalisés, de lutte contre le feu de brousse et de gestion rationnel et durable des ressources naturelles. Concernant la lutte contre le feu de brousse, les critères suivant ont été retenus : le nombre de sensibilisation contre ce fléau réalisé au niveau de la commune, l'abondance du feu, les superficies ravagées, l'effectif des agents VNA et KASTI opérationnel et les différents réalisations en matière de lutte contre le feu de brousse (pare-feu, rapport sur le feu).

ANNEXE XX : Fréquence et densité feu durant la période 2001-2007

| Commune | Fréquence | Densité | Nombre feu |
|----------------------|------------|------------|------------|
| Ambalavao | 0,79443893 | 0,78647 | 8 |
| Ambinanindovoka | 0,79443893 | 0,99791421 | 8 |
| Ambinaniroa Andonaka | 24,8262165 | 3,59148188 | 250 |
| Ambohimahamasina | 2,97914598 | 0,84314808 | 30 |
| Ambohimandroso | 0,79443893 | 0,90788072 | 8 |
| Andrainjato | 0,49652433 | 1,03638269 | 5 |
| Anjoma | 0,39721946 | 0,36207501 | 4 |
| Ankaramena | 4,0714995 | 1,60107865 | 41 |
| Besoa | 0,5958292 | 0,42874564 | 6 |
| Fenoarivo | 41,6087388 | 3,96766526 | 419 |
| Iarintsena | 8,83813307 | 1,33217443 | 89 |
| Kirano | 0 | 0 | 0 |
| Mahazony | 0,79443893 | 0,72896088 | 8 |
| Manamisoa | 0,5958292 | 0,63967496 | 6 |
| Miarinarivo | 1,19165839 | 1,02333098 | 12 |
| Sendrisoa | 2,87984111 | 0,91046606 | 29 |
| Vohitsaoka | 8,34160874 | 1,53848551 | 84 |

ANNEXE XXI : Tableau du classement des communes dans le district d'Ambalavao suivant les feux de végétation durant la saison 2004-2005

| COMMUNES | Feux de brousse | | | | | | Existence structure | | | Dina elabore | | | Reboisement Communal | | | Dispositif anti- feu et Site de Reboisement | TOTAL | EVALUATION | RANG |
|------------------|-----------------|-----|-------------|-----------|---------------------------|-------|---------------------|------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|--------------|--------------|--|-------|--------------|------|
| LISTES | Zero feux | | Note /20 | Nb Fkt | surface brûlée (ha) | Taux | Nb Fkt | Taux | Note /20 | Nb | taux / 10 | Note / 10 | Sup. en ha | taux / 20 | Note / 20 | | | | |
| | Oui | Non | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sendrisoa | | x | 14 | 16 | 185 | 0,58% | 16 | 100% | 20 | 16 | 100% | 10 | 10 | 143% | 20 | 10 | 74 | méritant | 1 |
| Ambohimahamasina | x | | 20 | 13 | 0 | 0,00% | 13 | 100% | 20 | 13 | 100% | 10 | 3,075 | 44% | 14 | 10 | 74 | méritant | 1 |
| Vohitsaoka | | x | 19 | 8 | 20 | 0,03% | 8 | 100% | 20 | 8 | 100% | 10 | 3,418 | 49% | 14 | 10 | 73 | méritant | 2 |
| Mahazony | x | | 20 | 12 | 0 | 0,00% | 12 | 100% | 20 | 12 | 100% | 10 | 2,75 | 39% | 13 | 10 | 73 | méritant | 2 |
| Besoa | | x | 17 | 5 | 30 | 0,21% | 5 | 100% | 20 | 5 | 100% | 10 | 8,25 | 118% | 20 | 5 | 72 | méritant | 3 |
| Miarinarivo | x | | 20 | 5 | 0 | 0,00% | 5 | 100% | 20 | 5 | 100% | 10 | 1,575 | 23% | 12 | 10 | 72 | méritant | 3 |
| Ambalavao | | x | 19 | 21 | 5 | 0,04% | 21 | 100% | 20 | 21 | 100% | 10 | 5 | 93% | 19 | 5 | 68 | méritant | 4 |
| Anjoma | | x | 19 | 12 | 10 | 0,08% | 12 | 100% | 20 | 12 | 100% | 10 | 1,775 | 25% | 12 | 5 | 66 | méritant | 5 |
| Iaritsena | | x | 19 | 14 | 40 | 0,06% | 14 | 100% | 20 | 14 | 100% | 10 | 2,125 | 305% | 13 | 5 | 66 | méritant | 5 |
| Ankaramena | | x | 17 | 11 | 60 | 0,23% | 11 | 100% | 20 | 11 | 100% | 10 | 0,775 | 115% | 11 | 5 | 63 | méritant | 6 |
| Manamisoa | | x | 16 | 5 | 30 | 0,30% | 5 | 100% | 20 | 5 | 100% | 10 | 3,5 | 50% | 15 | 5 | 66 | méritant | 7 |
| Ambinanindroa | | x | 18 | 8 | 80 | 0,11% | 8 | 100% | 20 | 8 | 100% | 10 | 0,475 | 6,85% | 7 | 5 | 60 | méritant | 8 |
| Ambinanindovoka | | x | 17 | 7 | 20 | 0,25% | 7 | 100% | 20 | 7 | 100% | 10 | 0,275 | 3,95% | 4 | 5 | 56 | à encourager | 9 |
| Fenoarivo | | x | 17 | 5 | 205 | 0,21% | 5 | 100% | 20 | 5 | 100% | 10 | 0,125 | 1,85% | 4 | 5 | 56 | à encourager | 9 |
| Andrainjato | | x | 13 | 5 | 30 | 0,62% | 5 | 100% | 20 | 5 | 100% | 10 | 0,425 | 6,1% | 7 | 5 | 55 | à encourager | 10 |
| Kirano | | x | 12 | 6 | 30 | 0,73% | 6 | 100% | 20 | 6 | 100% | 10 | 0,475 | 6,8% | 7 | 5 | 54 | à encourager | 11 |
| Ambohimandroso | | x | 5 | 7 | 145 | 1,64% | 7 | 100% | 20 | 7 | 100% | 10 | 0,6 | 8,6% | 9 | 5 | 49 | à encourager | 12 |

ANNEXE XXII : Fiche de renseignement des gardiens bénévoles

| N° | Anarana sy Fanampiny | Fiaviany | Daty | Ora niaingany | Antondiany | Toerana halehany | Ora niverenany | Ny diany | Vokatry ny diany |
|----|----------------------|----------|------|---------------|------------|------------------|----------------|----------|------------------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

ANNEXE XXIII : Occupation du sol de la commune de Sedrisoa

| ZONE | SURFACE (ha) | Pourcentage |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|
| Forêt dense | 4 551 | 14% |
| Forêt dégradée | 2 435 | 8% |
| Formation <i>Erica spp.</i> | 1 520 | 5% |
| Rizière | 1 498 | 5% |
| Nuage | 565 | 2% |
| Non forêt | 21 282 | 67% |
| Sedrisoa | 31 852 | 100% |

ANNEXE XXIV : Liste des espèces recensées dans la zone d'étude

| Espèce | Auteur | Famille | Vernaculaire |
|--|--------------------------|-----------------|--------------------|
| <i>Agauria salicifolia</i> | (Comm.ex.Lam.)Hook f.ex. | ERICACEAE | angavodiana |
| <i>Antidesma petiolare</i> | Tul. | EUPHORBIACEAE | hazonovy |
| <i>Aphloia theaeformis</i> | (Vahl.) Benn et R.et Br | APHLOLIACEAE | fandramana |
| <i>Bridelia tulasneana</i> | Baill. | ASTERACEAE | mera |
| <i>Carrissa madagascariensis</i> | Lam. | APOCYNACEAE | fantsimbala |
| <i>Cassinopsis madagascariensis</i> | Baill. | ICACINACEAE | hazomafaitra |
| <i>Clerodendron petunioides</i> | | LAMIACEAE | latakakoholahy |
| <i>Clerodendrum sp.</i> | | LAMIACEAE | tongoalahy |
| <i>Croton myriaster</i> | Bak. | EUPHORBIACEAE | mongy |
| <i>Cryptocarya dealbata</i> | (Bak.) Kost. | LAURACEAE | tavolo |
| <i>Cynodon dactylon</i> | | POACEAE | vilo |
| <i>Danais fragrans</i> | (Comm.ex Lam.) Pers. | RUBIACEAE | vahimatsy |
| <i>Dicoryphe viticoides</i> | | HAMAMELIDACEAE | tsitsihy |
| <i>Diospiros sp.</i> | | EBENACEAE | fandafika |
| <i>Dombeya boiviniana</i> | | MALVACEAE | hafotramainty |
| <i>Dombeya cf. bemarivensis</i> | | MALVACEAE | mongimainty |
| <i>Dombeya megaphylla</i> | Bak. | MALVACEAE | hafotra |
| <i>Dombeya sp.</i> | | MALVACEAE | mahea |
| <i>Dombeya stipulacea var. decaryana</i> | | MALVACEAE | hafotrasanganakoho |
| <i>Elaeocarpus alnifolius</i> | | ALAEOCARPACEAE | vana |
| <i>Elaeocarpus subserratus</i> | Bak. | ELAEOCARPACEAE | sana |
| <i>Entherospermum sp.</i> | | RUBIACEAE | fantsikahitra |
| <i>Erica floribunda</i> | Benth | ERICACEAE | anjavidy |
| <i>Erythroxylum corymosum</i> | | ERYTHROXYLACEAE | menahihy |
| <i>Eugenia vacciniifolia</i> | Bak. | MYRTACEAE | rotsa |
| <i>Eugenia emirnensis var cuneifolia</i> | Bak. | MYRTACEAE | |
| <i>Euphorbia sp.</i> | | EUPHORBIACEAE | samata |
| <i>Evodia sp.</i> | | RUTACEAE | hazombahy |
| <i>Fernelia sp.</i> | | RUBIACEAE | lelatrandraka |
| <i>Ficus soroceoides</i> | Bak. | MORACEAE | kivozo |
| <i>Garcinia aphanophlebia</i> | Bak. | CLUSIACEAE | kimbadilenina |
| <i>Grewia sprima</i> | R.Capuron | MALVACEAE | hafotrafotsy |
| <i>Ilex mitis</i> | (L.) Radlk. | AQUIFOLIACEAE | hazondrano |
| <i>Macaranga alnifolia</i> | Bak. | EUPHORBIACEAE | tarambitona |
| <i>Maesa lanceolata</i> | Forssk. | MAESACEAE | voarafy |
| <i>Maillardia sp.</i> | | MORACEAE | hazomboalady |
| <i>Mammea bongo</i> | (R.Vig. & Humb.) Kost. | CLUSIACEAE | kimbafotsy |
| <i>Mendullea barclayii</i> | | FABACEAE | famamoala |
| <i>Mimosa descapentriessi</i> | R.Viguier | FABACEAE | roikihiy |
| <i>Mystroxydon aethiopicum</i> | (Thunb.) Loesener | CELASTRACEAE | vahisambotra |
| <i>Ocotea sp.</i> | | LAURACEAE | varongy |
| <i>Oliganthes mermoides</i> | | ASTERACEAE | sevabe |
| <i>Pandanus sp.</i> | | PANDANACEAE | vakoana |
| <i>Pauridiantha paucinervis subsp lyalli</i> | (Bak.) Verdc. | RUBIACEAE | tambarisahona |
| <i>Pauridiantha tyallii</i> | | RUBIACEAE | hazotoho |
| <i>Pentopetia andosaemifolia</i> | Decaisme | ASCLEPIADACEAE | vahitandrokosal |
| <i>Pittosporum polyspermum</i> | Tul. | PITTOSPORACEAE | ambovitsika |
| <i>Polyscias ornifolia</i> | (Bak.) Harms | ARALIACEAE | vatsilana |

| Espèce | Auteur | Famille | Vernaculaire |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|------------------|
| <i>Psiadia altissima</i> | Benth.et Hook. | ASTERACEAE | dingadingana |
| <i>Psorospermum fanerana</i> | Bak. | CLUSIACEAE | fanera |
| <i>Psychotria subcapitata</i> | BremeKamp. | RUBIACEAE | voamasondreniona |
| <i>Pteridium aquilinum</i> | (L.) Kuhn. | PTERIDOPHYTA | ampanga |
| <i>Schefflera vantsilana</i> | | ARALIACEAE | vatsilambato |
| <i>Stoebe cryptophylla</i> | Baker | ASTERACEAE | anjavidimavo |
| <i>Streblus dimepate</i> | Cc.Berg | MORACEAE | beravina |
| <i>Suregada sp.</i> | | EUPHORBIACEAE | hazondrea |
| <i>Symphonia farculata</i> | | CLUSIACEAE | kimba |
| <i>Syzygium emirnense</i> | Bak. | MYRTACEAE | rotsalahy |
| <i>Tambourissa perrieri</i> | Drake | MONIMIACEAE | ambora |
| <i>Tambourissa thouvenotii</i> | (Danguy) Cavaco | MONIMIACEAE | amboramainty |
| <i>Toddalia asiatica</i> | (L.) Lam. | RUTACEAE | nakatsimba |
| <i>Tynopsis macrocarpa</i> | | SAPINDACEAE | hazombato |
| <i>Urera acuminta</i> | Grand. | TILIACEAE | vahimalemaina |
| <i>Vaccinium secundifolium</i> | Hook. | ERICACEAE | voatsitakajaza |
| <i>Vaccinium sp.</i> | | ERICACEAE | lamoty |
| <i>Vernonia appendiculata</i> | | ASTERACEAE | ambiaty |
| <i>Vernonia secundifolia</i> | Boj. | ASTERACEAE | maranitratoraka |
| <i>Weinmannia bojeriana</i> | Tul. | CUNONIACEAE | lalona |
| <i>Weinmannia rutenbergii</i> | Engl. | CUNONIACEAE | kitoto |
| <i>Xylopi cf.buxifolia</i> | H.BN. | ANNONACEAE | ramiavona |
| <i>Zanthoxylum madagascariensis</i> | P. Danguy | RUTACEAE | fahavalonkazo |

ANNEXE XXV : Abondance relative des espèces de la formation intacte

| ESPECE | AUTEUR | FAMILLE | 15≤D | 5≤D<15 | 1≤D<5 | TOTAL |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------------|-------|--------|-------|-------|
| <i>Pauridiantha tyallii</i> | | RUBIACEAE | 1,6% | 8,0% | 31,9% | 24,7% |
| <i>Weinmannia rutenbergii</i> | Engl. | CUNONIACEAE | 5,9% | 20,8% | 13,9% | 14,2% |
| <i>Euphorbia sp.</i> | | EUPHORBIACEAE | 4,9% | 16,0% | 11,3% | 11,4% |
| <i>Tambourissa perrieri</i> | Drake | MONIMIACEAE | 5,6% | 7,3% | 5,2% | 5,6% |
| <i>Eugenia vacciniifolia</i> | Bak. | MYRTACEAE | 3,2% | 8,3% | 5,2% | 5,5% |
| <i>Erythroxylum corymosum</i> | | ERYTHROXYLACEAE | 1,8% | 2,4% | 4,5% | 3,9% |
| <i>Pentopetia andosaemifolia</i> | Decaisne | ASCLEPIADACEAE | 0,0% | 2,1% | 2,6% | 2,2% |
| <i>Polyscias ornifolia</i> | (Bak.) Harms | ARALIACEAE | 14,7% | 2,1% | 0,3% | 2,1% |
| <i>Symphonia farculata</i> | | CLUSIACEAE | 2,3% | 2,1% | 1,9% | 2,0% |
| <i>Evodia sp.</i> | | RUTACEAE | 0,5% | 1,7% | 2,3% | 2,0% |
| <i>Ocotea sp.</i> | | LAURACEAE | 1,6% | 2,1% | 1,9% | 1,9% |
| <i>Weinmannia bojeriana</i> | Tul. | CUNONIACEAE | 12,6% | 1,4% | 0,3% | 1,8% |
| <i>Danaïa fragrans</i> | (Comm.ex Lam.) Pers. | RUBIACEAE | 0,4% | 4,2% | 1,3% | 1,7% |
| <i>Dombeya megaphylla</i> | Bak. | MALVACEAE | 4,0% | 0,3% | 1,6% | 1,7% |
| <i>Croton myriaster</i> | Bak. | EUPHORBIACEAE | 0,5% | 2,1% | 1,6% | 1,6% |
| <i>Streblus dimepate</i> | Cc.Berg | MORACEAE | 0,3% | 2,1% | 1,6% | 1,5% |
| <i>Psychotria subcapitata</i> | BremeKamp. | RUBIACEAE | 0,0% | 0,7% | 1,9% | 1,5% |
| <i>Aphloia theaeformis</i> | (Vahl.) Benn et R. et Br | APHLOLIACEAE | 4,4% | 1,7% | 1,0% | 1,5% |
| <i>Toddalia asiatica</i> | (L.) Lam. | RUTACEAE | 0,1% | 0,0% | 1,9% | 1,4% |
| <i>Elaeocarpus alnifolius</i> | | ALAEOCARPACEAE | 9,3% | 1,7% | 0,0% | 1,3% |
| <i>Cynodon dactylon</i> | | POACEAE | 0,0% | 0,7% | 1,3% | 1,1% |
| <i>Maesa lanceolata</i> | Forssk. | MAESACEAE | 0,0% | 0,3% | 1,3% | 1,0% |
| <i>Suregada sp.</i> | | EUPHORBIACEAE | 0,0% | 2,1% | 0,6% | 0,8% |
| <i>Carrissa madagascariensis</i> | Lam. | APOCYNACEAE | 0,1% | 0,3% | 1,0% | 0,8% |
| <i>Clerodendron petunioides</i> | | LAMIACEAE | 0,3% | 0,0% | 1,0% | 0,7% |
| <i>Mammea bongo</i> | (R.Vig. & Humb.) Kost. | CLUSIACEAE | 0,0% | 0,0% | 1,0% | 0,7% |
| <i>Macaranga alnifolia</i> | Bak. | EUPHORBIACEAE | 4,5% | 1,0% | 0,0% | 0,7% |
| <i>Diospiros sp.</i> | | EBENACEAE | 2,1% | 2,4% | 0,0% | 0,6% |
| <i>Tynopsis macrocarpa</i> | | SAPINDACEAE | 0,1% | 0,7% | 0,6% | 0,6% |
| <i>Bridelia tulasneana</i> | Baill. | ASTERACEAE | 5,4% | 0,0% | 0,0% | 0,6% |
| <i>Mystroxydon aethiopicum</i> | (Thunb.) Loesener | CELASTRACEAE | 0,0% | 1,0% | 0,3% | 0,4% |
| <i>Agauria salicifolia</i> | (Comm.ex.Lam.) Hook f.ex. | ERICACEAE | 3,3% | 0,0% | 0,0% | 0,4% |
| <i>Urera acuminata</i> | Grand. | TILIACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,3% | 0,2% |
| <i>Vernonia appendiculata</i> | | ASTERACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,3% | 0,2% |
| <i>Ilex mitis</i> | (L.) Radlk. | AQUIFOLIACEAE | 1,4% | 0,3% | 0,0% | 0,2% |
| <i>Schefflera vantsilana</i> | | ARALIACEAE | 1,9% | 0,0% | 0,0% | 0,2% |
| <i>Ficus soroceoides</i> | Bak. | MORACEAE | 1,6% | 0,0% | 0,0% | 0,2% |
| <i>Pittosporum polyspermum</i> | Tul. | PITTOSPORACEAE | 1,1% | 0,3% | 0,0% | 0,2% |
| <i>Zanthoxylum madagascariensis</i> | P. Danguy | RUTACEAE | 1,1% | 0,3% | 0,0% | 0,2% |
| <i>Vaccinium sp.</i> | | ERICACEAE | 0,4% | 0,7% | 0,0% | 0,2% |

| ESPECE | AUTEUR | FAMILLE | 15≤D | 5≤D<15 | 1≤D<5 | TOTAL |
|---|--------------------|----------------|-------------|------------------|-----------------|--------------|
| <i>Mimosa descapentriessi</i> | R. Viguier | FABACEAE | 0,0% | 0,7% | 0,0% | 0,1% |
| <i>Dicoryphe viticoides</i> | | HAMAMELIDACEAE | 0,8% | 0,0% | 0,0% | 0,1% |
| <i>Cryptocarya dealbata</i> | (Bak.) Kost. | LAURACEAE | 0,0% | 0,3% | 0,0% | 0,1% |
| <i>Fernelia sp.</i> | | RUBIACEAE | 0,0% | 0,3% | 0,0% | 0,1% |
| <i>Oliganthes mermoides</i> | | ASTERACEAE | 0,0% | 0,3% | 0,0% | 0,1% |
| <i>Psorospermum fanerana</i> | Bak. | CLUSIACEAE | 0,0% | 0,3% | 0,0% | 0,1% |
| <i>Vaccinium secundifolium</i> | Hook. | ERICACEAE | 0,0% | 0,3% | 0,0% | 0,1% |
| <i>Dombeya sp.</i> | | MALVACEAE | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| <i>Dombeya stipulacea</i> var. <i>decaryana</i> | | MALVACEAE | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| <i>Elaeocarpus subserratus</i> | Bak. | ELAEOCARPACEAE | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| <i>Grewia sprima</i> | R. Capuron | MALVACEAE | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| <i>Antidesma petiolare</i> | Tul. | EUPHORBIACEAE | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| <i>Dombeya cf. bemarivensis</i> | | MALVACEAE | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| <i>Garcinia aphanophlebia</i> | Bak. | CLUSIACEAE | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| <i>Pandanus sp.</i> | | PANDANACEAE | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| <i>Tambourissa thouvenotii</i> | (Danguy) Cavaco | MONIMIACEAE | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |

ANNEXE XXVI : Abondance relative des espèces de la formation post-feu moins de 30 ans

| ESPECE | AUTEUR | FAMILLE | 15≤D | 5≤D<15 | 1≤D<5 | TOTAL |
|---|---------------------------------|-----------------|-------|--------|-------|-------|
| <i>Erica floribunda</i> | Benth | ERICACEAE | 28,3% | 70,9% | 70,8% | 70,7% |
| <i>Vaccinium secundifolium</i> | Hook. | ERICACEAE | 0,0% | 0,9% | 8,4% | 7,9% |
| <i>Vernonia secundifolia</i> | Boj. | ASTERACEAE | 0,0% | 0,0% | 5,1% | 4,8% |
| <i>Aphloia theaeformis</i> | (Vahl.) Benn et R. et Br | APHLOLIACEAE | 5,7% | 3,5% | 4,4% | 4,3% |
| <i>Mimosa descapentriessi</i> | R. Viguier | FABACEAE | 0,0% | 3,5% | 2,2% | 2,3% |
| <i>Weinmannia rutenbergii</i> | Engl. | CUNONIACEAE | 0,0% | 1,3% | 2,0% | 1,9% |
| <i>Maesa lanceolata</i> | Forssk. | MAESACEAE | 0,0% | 2,6% | 1,0% | 1,1% |
| <i>Psiadia altissima</i> | Benth. et Hook. | ASTERACEAE | 0,0% | 4,3% | 0,7% | 0,9% |
| <i>Polyscias ornifolia</i> | (Bak.) Harms | ARALIACEAE | 3,8% | 4,3% | 0,6% | 0,8% |
| <i>Stoebe cryptophylla</i> | Baker | ASTERACEAE | 0,0% | 0,9% | 0,7% | 0,7% |
| <i>Agauria salicifolia</i> | (Comm. ex. Lam.) Hook f. ex. | ERICACEAE | 15,1% | 1,3% | 0,5% | 0,6% |
| <i>Ilex mitis</i> | (L.) Radlk. | AQUIFOLIACEAE | 3,8% | 2,2% | 0,4% | 0,5% |
| <i>Erythroxylum corymosum</i> | | ERYTHROXYLACEAE | 0,0% | 0,4% | 0,5% | 0,5% |
| <i>Schefflera vantsilana</i> | | ARALIACEAE | 13,2% | 1,3% | 0,4% | 0,5% |
| <i>Psorospermum fanerana</i> | Bak. | CLUSIACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,5% | 0,5% |
| <i>Pteridium aquilinum</i> | (L.) Kuhn. | PTERIDOPHYTA | 0,0% | 0,0% | 0,4% | 0,4% |
| <i>Eugenia vacciniifolia</i> | Bak. | MYRTACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,3% | 0,3% |
| <i>Vernonia appendiculata</i> | | ASTERACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,3% | 0,3% |
| <i>Weinmannia bojeriana</i> | Tul. | CUNONIACEAE | 3,8% | 2,6% | 0,1% | 0,2% |
| <i>Mendullea barclayii</i> | | FABACEAE | 1,9% | 0,0% | 0,2% | 0,2% |
| <i>Xylopia cf. buxifolia</i> | H. BN. | ANNONACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,2% |
| <i>Dombeya megaphylla</i> | Bak. | MALVACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,1% |
| <i>Pauridiantha paucinervis subsp. lyalli</i> | (Bak.) Verdc. | RUBIACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,1% |
| <i>Pauridiantha tyallii</i> | | RUBIACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,1% |
| <i>Psychotria subcapitata</i> | BremeKamp. | RUBIACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,1% |
| <i>Bridelia tulasneana</i> | Baill. | ASTERACEAE | 20,8% | 0,0% | 0,0% | 0,1% |
| <i>Croton myriaster</i> | Bak. | EUPHORBIACEAE | 3,8% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |

ANNEXE XXVII : Abondance relative des espèces de la formation post-feu plus de 30 ans

| ESPECE | AUTEUR | FAMILLE | 15≤D | 5≤D<15 | 1≤D<5 | TOTAL |
|--|------------------------------|-----------------|-------|--------|-------|-------|
| <i>Weinmannia rutenbergii</i> | Engl. | CUNONIACEAE | 1,5% | 19,3% | 29,8% | 27,0% |
| <i>Polyscias ornifolia</i> | (Bak.) Harms | ARALIACEAE | 23,8% | 9,5% | 13,7% | 13,6% |
| <i>Erythroxylum corymosum</i> | | ERYTHROXYLACEAE | 2,0% | 10,9% | 8,7% | 8,7% |
| <i>Aphloia theaeformis</i> | (Vahl.) Benn et R.et Br | APHLOLIACEAE | 10,5% | 21,1% | 5,9% | 8,2% |
| <i>Weinmannia bojeriana</i> | Tul. | CUNONIACEAE | 18,4% | 7,7% | 2,6% | 4,0% |
| <i>Pauridiantha tyallii</i> | | RUBIACEAE | 0,0% | 1,4% | 4,0% | 3,5% |
| <i>Macaranga alnifolia</i> | Bak. | EUPHORBIACEAE | 4,6% | 3,2% | 3,3% | 3,3% |
| <i>Erica floribunda</i> | Benth | ERICACEAE | 0,0% | 0,7% | 3,1% | 2,6% |
| <i>Vernonia secundifolia</i> | Boj. | ASTERACEAE | 0,0% | 0,7% | 3,1% | 2,6% |
| <i>Vaccinium sp.</i> | | ERICACEAE | 0,3% | 4,2% | 2,4% | 2,5% |
| <i>Agauria salicifolia</i> | (Comm.ex.Lam.) Hook f.ex. | ERICACEAE | 20,5% | 2,5% | 1,4% | 2,5% |
| <i>Danais fragrans</i> | (Comm.ex Lam.) Pers. | RUBIACEAE | 0,0% | 1,4% | 2,1% | 1,9% |
| <i>Vaccinium secundifolium</i> | Hook. | ERICACEAE | 1,0% | 4,6% | 1,2% | 1,6% |
| <i>Psorospermum fanerana</i> | Bak. | CLUSIACEAE | 0,0% | 0,0% | 1,9% | 1,5% |
| <i>Enterospermum sp.</i> | | RUBIACEAE | 0,5% | 1,1% | 1,7% | 1,5% |
| <i>Euphorbia sp.</i> | | EUPHORBIACEAE | 0,5% | 3,2% | 0,9% | 1,2% |
| <i>Mimosa descapentriessi</i> | R.Viguiet | FABACEAE | 0,0% | 0,0% | 1,4% | 1,2% |
| <i>Pentopetia andosaemifolia</i> | Decaisme | ASCLEPIADACEAE | 0,0% | 0,0% | 1,4% | 1,2% |
| <i>Tambourissa perrieri</i> | Drake | MONIMIACEAE | 0,0% | 1,1% | 1,2% | 1,1% |
| <i>Pittosporum polyspermum</i> | Tul. | PITTOSPORACEAE | 1,3% | 1,8% | 0,9% | 1,1% |
| <i>Dicoryphe viticoides</i> | | HAMAMELIDACEAE | 1,0% | 0,0% | 1,2% | 1,0% |
| <i>Dombeya cf. bemarivensis</i> | | MALVACEAE | 0,0% | 0,0% | 1,2% | 1,0% |
| <i>Symphonia farculata</i> | | CLUSIACEAE | 0,0% | 0,0% | 1,2% | 1,0% |
| <i>Psychotria subcapitata</i> | BremeKamp. | RUBIACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,9% | 0,8% |
| <i>Syzygium emirnense</i> | Bak. | MYRTACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,9% | 0,8% |
| <i>Bridelia tulasneana</i> | Baill. | ASTERACEAE | 5,1% | 2,1% | 0,2% | 0,7% |
| <i>Ilex mitis</i> | (L.) Radlk. | AQUIFOLIACEAE | 0,3% | 0,0% | 0,7% | 0,6% |
| <i>Schefflera vantsilana</i> | | ARALIACEAE | 6,4% | 0,4% | 0,2% | 0,5% |
| <i>Psiadia altissima</i> | Benth.et Hook. | ASTERACEAE | 0,0% | 1,1% | 0,5% | 0,5% |
| <i>Dombeya megaphylla</i> | Bak. | MALVACEAE | 1,3% | 1,1% | 0,2% | 0,4% |
| <i>Croton myriaster</i> | Bak. | EUPHORBIACEAE | 0,0% | 0,4% | 0,2% | 0,2% |
| <i>Mendullea barclayii</i> | | FABACEAE | 0,0% | 0,4% | 0,2% | 0,2% |
| <i>Grewia sprima</i> | R.Capuron | MALVACEAE | 0,3% | 0,0% | 0,2% | 0,2% |
| <i>Eugenia emirnensis var cuneifolia</i> | Bak. | MYRTACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,2% |
| <i>Maesa lanceolata</i> | Forssk. | MAESACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,2% |
| <i>Maillardia sp.</i> | | MORACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,2% |
| <i>Mammea bongo</i> | (R. Vig. & Humb.) Kost. | CLUSIACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,2% |
| <i>Tynopsis macrocarpa</i> | | SAPINDACEAE | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,2% |
| <i>Dombeya boiviniana</i> | | MALVACEAE | 0,0% | 0,7% | 0,0% | 0,1% |
| <i>Cassinopsis madagascariensis</i> | Baill. | ICACINACEAE | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| <i>Clerodendrum sp.</i> | | LAMIACEAE | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| <i>Elaeocarpus alnifolius</i> | | ALAEOCARPACEAE | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |

ANNEXE XXVIII : Nombre d'individus par classe de diamètre des trois types de formation

| DIAMETRE | Formation intacte | Formation moins de 30 ans | Formation plus de 30 ans |
|-----------|-------------------|---------------------------|--------------------------|
| [0,5[| 5 636 | 36 545 | 15 382 |
| [5-10[| 823 | 1 800 | 2 055 |
| [10-15[| 486 | 291 | 536 |
| [15-20[| 308 | 84 | 520 |
| [20-25[| 166 | 18 | 177 |
| [25-30[| 102 | 9 | 86 |
| [30-35[| 86 | 2 | 52 |
| [35-40[| 39 | 2 | 18 |
| [40-45[| 35 | | 14 |
| [45-50[| 25 | | 14 |
| [50-55[| 15 | 2 | 5 |
| [55-60[| 10 | 2 | |
| [60-65[| 7 | | 2 |
| [65-70[| 14 | | |
| [70-75[| 2 | | |
| [75-80[| 1 | | |
| [80-85[| 7 | | |
| [85-90[| 3 | | |
| [90-95[| 2 | | |
| [100-105[| 3 | | |
| [145-150[| 1 | | |
| Total | 7 773 | 38 757 | 18 861 |

ANNEXE XXIX : Dominance par classe de diamètre

| DIAMETRE | Intacte | Moins de 10 ans | Plus de 10 ans |
|-----------|---------|-----------------|----------------|
| [0,5[| 3,3 | 18,5 | 8,4 |
| [5-10[| 3,3 | 5,5 | 7,8 |
| [10-15[| 4,9 | 2,9 | 5,1 |
| [15-20[| 6,7 | 1,7 | 11,3 |
| [20-25[| 6,1 | 0,7 | 6,4 |
| [25-30[| 5,8 | 0,5 | 4,8 |
| [30-35[| 6,6 | 0,2 | 4,1 |
| [35-40[| 4,2 | 0,2 | 2,0 |
| [40-45[| 4,7 | | 1,8 |
| [45-50[| 4,2 | | 2,4 |
| [50-55[| 3,0 | 0,4 | 1,0 |
| [55-60[| 2,6 | 0,6 | |
| [60-65[| 2,0 | | 0,6 |
| [65-70[| 4,9 | | |
| [70-75[| 0,9 | | |
| [75-80[| 0,5 | | |
| [80-85[| 3,6 | | |
| [85-90[| 2,0 | | |
| [90-95[| 1,4 | | |
| [100-105[| 2,7 | | |
| [145-150[| 2,0 | | |
| Total | 75,4 | 31,3 | 55,7 |

ANNEXE XXX : Biovolume par classe de diamètre

| DIAMETRE | Intacte | moins de 30 ans | plus de 30 ans |
|----------|---------|-----------------|----------------|
| 0-5 | 5,04 | 23,99 | 12,56 |
| 5-10 | 8,41 | 7,38 | 18,20 |
| 10-15 | 15,28 | 2,41 | 14,36 |
| 15-20 | 25,04 | 3,00 | 36,50 |
| 20-25 | 26,56 | 2,05 | 22,38 |
| 25-30 | 26,47 | 1,60 | 17,37 |
| 30-35 | 31,03 | 0,44 | 13,87 |
| 35-40 | 21,86 | 0,93 | 7,35 |
| 40-45 | 23,48 | | 7,20 |
| 45-50 | 23,41 | | 8,76 |
| 50-55 | 17,35 | 1,30 | 3,80 |
| 55-60 | 12,91 | 1,91 | |
| 60-65 | 10,08 | 45,00 | 2,38 |
| 65-70 | 26,82 | | 164,74 |
| 70-75 | 5,03 | | |
| 75-80 | 2,93 | | |
| 80-85 | 17,39 | | |
| 85-90 | 11,19 | | |
| 90-95 | 9,96 | | |
| 100-105 | 17,02 | | |
| 145-150 | 12,77 | | |
| Total | 350,03 | 90,00 | 329,47 |

ANNEXE XXXI : Matrice de corrélation des formations post feu de l'analyse en composante principale de la formation post-feu

| | N | G | V | ESPECE | CM | FEU | PENTE | ALTITUDE |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| N | 1 | -0,051 | -0,474 | -0,446 | -0,691 | -0,518 | -0,138 | 0,579 |
| G | -0,051 | 1 | 0,783 | 0,544 | 0,350 | 0,649 | 0,228 | -0,270 |
| V | -0,474 | 0,783 | 1 | 0,777 | 0,631 | 0,830 | 0,425 | -0,520 |
| ESPECE | -0,446 | 0,544 | 0,777 | 1 | 0,638 | 0,809 | 0,388 | -0,589 |
| CM | -0,691 | 0,350 | 0,631 | 0,638 | 1 | 0,676 | 0,330 | -0,512 |
| FEU | -0,518 | 0,649 | 0,830 | 0,809 | 0,676 | 1 | 0,465 | -0,593 |
| PENTE | -0,138 | 0,228 | 0,425 | 0,388 | 0,330 | 0,465 | 1 | -0,300 |
| ALTITUDE | 0,579 | -0,270 | -0,520 | -0,589 | -0,512 | -0,593 | -0,300 | 1 |

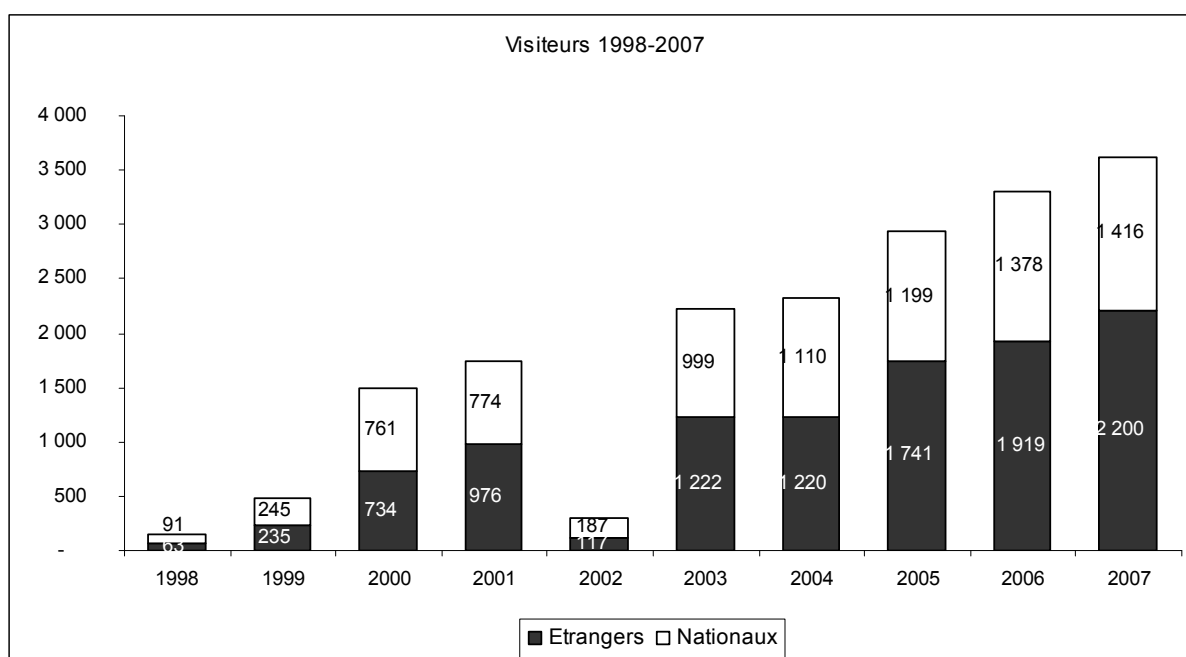
En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,050$ (test bilatéral)

ANNEXE XXXII : Matrice de corrélation de l'analyse en composante principale de la prairie

| | R Graminé + CYPERACEAE | R Erica spp. | <i>Erica floribunda</i> | <i>Erica cryptoclada</i> | <i>Erica trochoclada</i> | CYPERACEAE | ORCHIDACEAE | POACEAE | Espèce |
|--------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| R Graminé + CYPERACEAE | 1 | -0,196 | 0,064 | 0,053 | -0,008 | 0,216 | 0,260 | 0,250 | 0,675 |
| R Erica spp. | -0,196 | 1 | 0,494 | 0,501 | 0,108 | -0,203 | -0,583 | 0,448 | -0,221 |
| <i>Erica floribunda</i> | 0,064 | 0,494 | 1 | 0,145 | -0,023 | 0,044 | -0,317 | 0,230 | 0,121 |
| <i>Erica cryptoclada</i> | 0,053 | 0,501 | 0,145 | 1 | 0,127 | -0,251 | -0,328 | 0,211 | -0,179 |
| <i>Erica trochoclada</i> | -0,008 | 0,108 | -0,023 | 0,127 | 1 | -0,138 | -0,239 | 0,301 | 0,074 |
| CYPERACEAE | 0,216 | -0,203 | 0,044 | -0,251 | -0,138 | 1 | 0,330 | 0,067 | 0,230 |
| ORCHIDACEAE | 0,260 | -0,583 | -0,317 | -0,328 | -0,239 | 0,330 | 1 | -0,089 | 0,519 |
| POACEAE | 0,250 | 0,448 | 0,230 | 0,211 | 0,301 | 0,067 | -0,089 | 1 | 0,475 |
| Espèce | 0,675 | -0,221 | 0,121 | -0,179 | 0,074 | 0,230 | 0,519 | 0,475 | 1 |

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,050$ (test bilatéral)

ANNEXE XXXIII : Visiteur du Parc National Andringitra



Source : MNP

ANNEXE XXXIV : Caractéristiques des parcelles

| Parcelle | Formation | Transect | Localité | Longitude | Latitude | Dernier feu | Pente | Altitude |
|----------|--------------------------|----------|---------------------|-----------|-----------|-------------|-------|----------|
| 1P1 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampanasakafotra | 46,94323 | -22,11857 | 10 | 10 | 1587 |
| 1P2 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampanasakafotra | 46,94316 | -22,11861 | 10 | 10 | 1587 |
| 2P2 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampanasakafotra | 46,94347 | -22,11876 | 10 | 20 | 1592 |
| 2P1 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampanasakafotra | 46,94339 | -22,11864 | 10 | 20 | 1589 |
| 3P2 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Alavory Ampilandaka | 46,9439 | -22,11879 | 10 | 20 | 1609 |
| 3P1 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Alavory Ampilandaka | 46,94364 | -22,11868 | 10 | 20 | 1604 |
| 4P1 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Alavory Ampilandaka | 46,94408 | -22,11908 | 10 | 15 | 1612 |
| 4P2 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampidira | 46,94416 | -22,11907 | 10 | 15 | 1619 |
| 5P2 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampidira | 46,94448 | -22,11942 | 10 | 10 | 1422 |
| 5P1 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampidira | 46,94431 | -22,11925 | 10 | 10 | 1616 |
| 6P1 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampidira | 46,94526 | -22,12006 | 10 | 15 | 1674 |
| 6P2 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampidira | 46,94547 | -22,12021 | 10 | 15 | 1659 |
| 7P2 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampidira | 46,94578 | -22,12057 | 10 | 15 | 1666 |
| 7P1 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampidira | 46,94575 | -22,12044 | 10 | 15 | 1681 |
| 8P1 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampidira | 46,94586 | -22,12056 | 10 | 10 | 1671 |
| 8P2 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampidira | 46,94594 | -22,12062 | 10 | 10 | 1679 |
| 9P1 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampidira | 46,94611 | -22,12074 | 10 | 10 | 1677 |
| 9P2 | Post-feu moins de 30 ans | 1 | Ampidira | 46,94617 | -22,1209 | 10 | 10 | 1665 |
| 10P1 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Ampanasana | 46,94201 | -22,12157 | 9 | 0 | 1593 |
| 10P2 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Ampanasana | 46,94221 | -22,12147 | 9 | 0 | 1593 |
| 11P1 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Ampanasana | 46,94243 | -22,12158 | 9 | 0 | 1592 |
| 11P2 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Ampanasana | 46,94267 | -22,12155 | 9 | 0 | 1595 |
| 12P1 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,9429 | -22,12181 | 9 | 15 | 1599 |
| 12P2 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94319 | -22,1219 | 9 | 15 | 1604 |
| 13P1 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94345 | -22,12216 | 9 | 15 | 1602 |
| 13P2 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94359 | -22,12199 | 9 | 15 | 1614 |
| 14P1 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94387 | -22,12213 | 17 | 15 | 1623 |
| 14P2 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,12227 | -22,12227 | 17 | 15 | 1634 |
| 15P1 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94434 | -22,12219 | 17 | 0 | 1637 |
| 15P2 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94454 | -22,12198 | 17 | 0 | 1637 |
| 16P1 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,9443 | -22,1219 | 17 | 15 | 1650 |
| 16P2 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94485 | -22,12178 | 17 | 15 | 1650 |

| Parcelle | Formation | Transect | Localité | Longitude | Latitude | Dernier feu | Pente | Altitude |
|----------|--------------------------|----------|---------------------|-----------|-----------|-------------|-------|----------|
| 17P1 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94526 | -22,12151 | 17 | 15 | 1667 |
| 17P2 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,34541 | -22,14152 | 17 | 15 | 1664 |
| 18P1 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94563 | -22,12157 | 17 | 10 | 1666 |
| 18P2 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94567 | -22,12149 | 17 | 10 | 1673 |
| 19P1 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94598 | -22,12156 | 17 | 10 | 1678 |
| 19P2 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94612 | -22,1215 | 17 | 10 | 1681 |
| 20P1 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94641 | -22,1216 | 17 | 0 | 1683 |
| 21P1 | Post-feu moins de 30 ans | 2 | Kijanombiaty | 46,94643 | -22,12166 | 17 | 0 | 1683 |
| 21P1 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94354 | -22,11725 | 78 | 15 | 1571 |
| 21P2 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94364 | -22,11725 | 78 | 15 | 1592 |
| 22P1 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94389 | -22,11692 | 78 | 20 | 1595 |
| 22P2 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94401 | -22,117 | 78 | 20 | 1609 |
| 23P1 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94428 | -22,11694 | 78 | 25 | 1910 |
| 23P2 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94449 | -22,11683 | 68 | 25 | 1606 |
| 24P1 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94463 | -22,11673 | 68 | 30 | 1601 |
| 24P2 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94452 | -22,11675 | 68 | 30 | 1913 |
| 25P1 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94494 | -22,11655 | 68 | 35 | 1609 |
| 25P2 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94492 | -22,11667 | 68 | 35 | 1615 |
| 26P1 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94418 | -22,11592 | 68 | 40 | 1599 |
| 26P2 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94412 | -22,11589 | 68 | 40 | 1610 |
| 27P1 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94399 | -22,11591 | 68 | 35 | 1611 |
| 27P2 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94385 | -22,11592 | 68 | 35 | 1587 |
| 28P1 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,9438 | -22,11596 | 68 | 30 | 1579 |
| 28P2 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,9437 | -22,1159 | 68 | 30 | 1595 |
| 29P2 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94355 | -22,11593 | 68 | 30 | 1588 |
| 29P1 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94343 | -22,11588 | 68 | 30 | 1593 |
| 30P1 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94328 | -22,11586 | 68 | 25 | 1565 |
| 30P2 | Post-feu plus de 30 ans | 3 | Andranokitsikitsika | 46,94307 | -22,11589 | 68 | 25 | 1573 |
| 31P1 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Andranotakatra | 46,94074 | -22,11334 | 58 | 10 | 1531 |
| 31P2 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Andranotakatra | 46,9408 | -22,11318 | 58 | 10 | 1526 |
| 32P1 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Andranotakatra | 46,9411 | -22,11318 | 58 | 5 | 1532 |
| 32P2 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Andranotakatra | 46,94118 | -22,11317 | 58 | 5 | 1942 |
| 33P1 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Andranotakatra | 46,9414 | -22,11306 | 58 | 10 | 1549 |

| Parcelle | Formation | Transect | Localité | Longitude | Latitude | Dernier feu | Pente | Altitude |
|----------|-------------------------|----------|---------------------|-----------|-----------|-------------|-------|----------|
| 33P2 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Andranotakatra | 46,94158 | -22,11308 | 58 | 10 | 1939 |
| 34P1 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Andranotakatra | 46,94168 | -22,11292 | 58 | 5 | 1531 |
| 34P2 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Andranotakatra | 46,94125 | -22,11291 | 58 | 5 | 1541 |
| 35P1 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Andranotakatra | 46,94199 | -22,1128 | 58 | 5 | 1557 |
| 35P2 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Andranotakatra | 46,94198 | -22,11286 | 58 | 5 | 1557 |
| 36P1 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Andranotakatra | 46,94234 | -22,1125 | 58 | 5 | 1560 |
| 36P2 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Andranotakatra | 46,94242 | -22,11253 | 58 | 5 | 1542 |
| 37P1 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Anjomandriantsoa | 46,94272 | -22,11238 | 58 | 10 | 1561 |
| 37P2 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Anjomandriantsoa | 46,94284 | -22,11236 | 58 | 10 | 1584 |
| 38P1 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Anjomandriantsoa | 46,94314 | -22,11215 | 68 | 15 | 1571 |
| 38P2 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Anjomandriantsoa | 46,94324 | -22,11221 | 68 | 15 | 1570 |
| 39P1 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Anjomandriantsoa | 46,94339 | -22,1121 | 68 | 20 | 1583 |
| 39P2 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Anjomandriantsoa | 46,94349 | -22,11204 | 68 | 20 | 1569 |
| 40P2 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Anjomandriantsoa | 46,94396 | -22,11209 | 68 | 20 | 1599 |
| 41P1 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Anjomandriantsoa | 46,94413 | -22,11217 | 68 | 20 | 1624 |
| 41P2 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Anjomandriantsoa | 46,94427 | -22,11208 | 68 | 20 | 1612 |
| 42P1 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Anjomandriantsoa | 46,94471 | -22,11195 | 68 | 30 | 1601 |
| 42P2 | Post-feu plus de 30 ans | 4 | Anjomandriantsoa | 46,94482 | -22,1121 | 68 | 30 | 1612 |
| 43P1 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranotakatra | 46,94192 | -22,11365 | 58 | 10 | 1546 |
| 43P2 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranotakatra | 46,94191 | -22,11369 | 58 | 10 | 1540 |
| 44P1 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranotakatra | 46,94225 | -22,11362 | 58 | 15 | 1550 |
| 44P2 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranotakatra | 46,94225 | -22,11374 | 58 | 15 | 1565 |
| 45P1 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranotakatra | 46,94258 | -22,11367 | 58 | 20 | 1568 |
| 45P2 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranotakatra | 46,94254 | -22,11374 | 58 | 20 | 1577 |
| 46P1 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranotakatra | 46,94283 | -22,11393 | 58 | 30 | 1572 |
| 46P2 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranotakatra | 46,94295 | -22,11389 | 58 | 30 | 1565 |
| 47P1 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Anjomandriantsoa | 46,94352 | -22,11378 | 68 | 15 | 1586 |
| 47P2 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Anjomandriantsoa | 46,94353 | -22,1138 | 68 | 15 | 1605 |
| 48P1 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94382 | -22,11409 | 68 | 15 | 1602 |
| 48P2 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94389 | -22,1141 | 68 | 15 | 1601 |
| 49P1 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94424 | -22,11398 | 68 | 10 | 1589 |
| 49P2 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94438 | -22,11409 | 68 | 10 | 1626 |
| 50P1 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94458 | -22,11429 | 68 | 10 | 1632 |

| Parcelle | Formation | Transect | Localité | Longitude | Latitude | Dernier feu | Pente | Altitude |
|----------|--------------------------|----------|---------------------|-----------|-----------|-------------|-------|----------|
| 50P2 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94463 | -22,11427 | 68 | 10 | 1656 |
| 51P1 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94498 | -22,11445 | 68 | 15 | 1636 |
| 51P2 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94501 | -22,11433 | 68 | 15 | 1668 |
| 52P1 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,9451 | -22,11457 | 68 | 20 | 1625 |
| 52P2 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94522 | -22,11452 | 68 | 20 | 1642 |
| 53P1 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94548 | -22,11462 | 68 | 30 | 1662 |
| 53P2 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94542 | -22,11462 | 68 | 30 | 1640 |
| 54P1 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94577 | -22,11476 | 68 | 35 | 1652 |
| 54P2 | Post-feu plus de 30 ans | 5 | Andranokitsikitsika | 46,94591 | -22,11474 | 68 | 35 | 1656 |
| 55P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,94902 | -22,11897 | 17 | 20 | 1770 |
| 55P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,94914 | -22,11844 | 17 | 20 | 1773 |
| 56P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,94927 | -22,11844 | 17 | 10 | 1775 |
| 56P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,9494 | -22,11845 | 17 | 10 | 1778 |
| 57P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,94955 | -22,11826 | 17 | 20 | 1795 |
| 57P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,94974 | -22,11835 | 17 | 20 | 1787 |
| 58P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,94981 | -22,11831 | 17 | 15 | 1794 |
| 58P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,94995 | -22,11826 | 17 | 15 | 1794 |
| 59P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95016 | -22,11802 | 17 | 10 | 1816 |
| 59P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95031 | -22,11806 | 17 | 10 | 1813 |
| 60P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95045 | -22,11809 | 17 | 5 | 1811 |
| 60P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95049 | -22,11804 | 17 | 5 | 1814 |
| 61P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95086 | -22,11799 | 17 | 5 | 1823 |
| 61P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95093 | -22,11797 | 17 | 5 | 1832 |
| 62P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95102 | -22,11796 | 17 | 5 | 1830 |
| 62P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95115 | -22,11788 | 17 | 5 | 1830 |
| 63P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95134 | -22,11787 | 17 | 5 | 1845 |
| 63P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95142 | -22,11786 | 17 | 5 | 1834 |
| 64P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95189 | -22,11568 | 17 | 0 | 1847 |
| 64P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95201 | -22,11557 | 17 | 0 | 1859 |
| 65P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95228 | -22,11549 | 17 | 0 | 1857 |
| 65P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95233 | -22,11535 | 17 | 0 | 1883 |
| 66P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95282 | -22,11499 | 17 | 5 | 1867 |
| 66P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95295 | -22,11504 | 17 | 5 | 1876 |

| Parcelle | Formation | Transect | Localité | Longitude | Latitude | Dernier feu | Pente | Altitude |
|--------------------------------|--------------------------|----------|------------------------|-----------|-----------|-------------|-------|----------|
| 67P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95338 | -22,11491 | 17 | 0 | 1887 |
| 67P2 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,95356 | -22,11484 | 17 | 0 | 1890 |
| 68P1 | Post-feu moins de 30 ans | 6 | Ankarena | 46,96385 | -22,11455 | 17 | 0 | 1895 |
| 69P1 | Intact | 7 | Ampidira | 46,94614 | -22,12006 | | 15 | 1899 |
| 70P1 | Intact | 7 | Ampidira | | | | 20 | |
| 71P1 | Intact | 7 | Ampidira | | | | 15 | |
| Point intermédiaire transect 7 | Intact | 7 | Ampidira | 46,948 | -22,11981 | | | 1904 |
| 72P1 | Intact | 7 | Ampidira | | | | 30 | |
| 72P2 | Intact | 7 | Ampidira | 46,94811 | -22,11963 | | 30 | 1726 |
| 73P1 | Intact | 7 | Ampidira | | | | 40 | |
| 74P1 | Intact | 8 | Ampandrambato | 46,94542 | -22,12347 | | 15 | 1503 |
| 75P1 | Intact | 8 | Ampilakazombato | | | | 25 | |
| 76P1 | Intact | 8 | Ampilakazombato | | | | 30 | |
| 77P1 | Intact | 8 | Ampilakazombato | | | | 15 | |
| 78P1 | Intact | 8 | Analamarina | 46,94744 | -22,12315 | | 20 | 1578 |
| 78P2 | Intact | 8 | Analamarina | 46,94814 | -22,12282 | | 20 | 1709 |
| 79P | Intact | 8 | Analamarina | | | | 15 | |
| 80P1 | Intact | 9 | Ambotrimaty | 46,94576 | -22,12492 | | 10 | 1613 |
| 81P1 | Intact | 9 | Ambotrimaty | 46,9463 | -22,12509 | | 5 | 1625 |
| 82P1 | Intact | 9 | Ambotrimaty | 46,94661 | -22,12543 | | 5 | 1637 |
| 83P1 | Intact | 9 | Ambotrimaty | 46,94703 | -22,12576 | | 10 | 1658 |
| Point intermédiaire transect 9 | Intact | 9 | Ambotrimaty | 46,94703 | -22,12576 | | 10 | 1668 |
| 84P1 | Intact | 9 | Ambotrimaty | 46,94756 | -22,12615 | | 10 | 1674 |
| 85P1 | Intact | 9 | Ambotrimaty | | | | 20 | |
| 86P1 | Intact | 9 | Ambotrimaty | | | | 25 | |
| 87P1 | Intact | 9 | Ambotrimaty | 46,94937 | -22,1275 | | 30 | 1665 |
| 88P1 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Andohambatomintsangana | 46,94064 | -22,11165 | 68 | 10 | 1530 |
| 88P2 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Andohambatomintsangana | 46,9407 | -22,11157 | 68 | 10 | 1531 |
| 89P1 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Andohambatomintsangana | 46,94209 | -22,1113 | 68 | 10 | 1544 |
| 89P2 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Andohambatomintsangana | 46,94219 | -22,11131 | 68 | 10 | 1546 |
| 90P1 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Andohambatomintsangana | 46,94236 | -22,11134 | 78 | 10 | 1552 |

| Parcelle | Formation | Transect | Localité | Longitude | Latitude | Dernier feu | Pente | Altitude |
|----------|--------------------------|----------|-------------------------------|-----------|-----------|-------------|-------|----------|
| 90P2 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Andohambatomintsangana | 46,94253 | -22,11135 | 78 | 10 | 1556 |
| 91P1 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Ampahidranondrandriatsihadino | 46,94264 | -22,11129 | 78 | 5 | 1568 |
| 91P2 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Ampahidranondrandriatsihadino | 46,94281 | -22,11155 | 78 | 5 | 1552 |
| 92P1 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Ampahidranondrandriatsihadino | 46,9433 | -22,1114 | 78 | 10 | 1553 |
| 92P2 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Ampahidranondrandriatsihadino | 46,94347 | -22,11142 | 78 | 10 | 1559 |
| 93P1 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Ampahidranondrandriatsihadino | 46,94353 | -22,11155 | 78 | 15 | 1591 |
| 93P2 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Ampahidranondrandriatsihadino | 46,94389 | -22,11163 | 78 | 15 | 1562 |
| 94P1 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Ampahidranondrandriatsihadino | 46,94407 | -22,11184 | 78 | 20 | 1581 |
| 94P2 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Ampahidranondrandriatsihadino | 46,94413 | -22,11186 | 78 | 20 | 1590 |
| 95P1 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Ampahidranondrandriatsihadino | 46,94423 | -22,11157 | 78 | 30 | 1601 |
| 95P2 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Ampahidranondrandriatsihadino | 46,94447 | -22,11167 | 78 | 30 | 1609 |
| 96P1 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Ampahidranondrandriatsihadino | 46,94457 | -22,11181 | 78 | 35 | 1600 |
| 96P2 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Ampahidranondrandriatsihadino | 46,94463 | -22,11184 | 78 | 35 | 1611 |
| 97P1 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Anjomandriantsoa | 46,94554 | -22,11216 | 78 | 0 | 1632 |
| 97P2 | Post-feu plus de 30 ans | 10 | Anjomandriantsoa | 46,94562 | -22,11224 | 78 | 0 | 1642 |
| 98P1 | Post-feu moins de 30 ans | 11 | Ankarena | 46,95151 | -22,11425 | 17 | 0 | 1855 |
| 98P2 | Post-feu moins de 30 ans | 11 | Ankarena | 46,95154 | -22,11416 | 17 | 0 | 1853 |
| 99P1 | Post-feu moins de 30 ans | 11 | Ankarena | 46,95136 | -22,11385 | 17 | 0 | 1858 |
| 99P2 | Post-feu moins de 30 ans | 11 | Ankarena | 46,95128 | -22,11376 | 17 | 0 | 1853 |
| 100P1 | Post-feu moins de 30 ans | 11 | Ankarena | 46,95117 | -22,11355 | 17 | 0 | 1855 |
| 100P2 | Post-feu moins de 30 ans | 11 | Ankarena | 46,95116 | -22,11351 | 17 | 0 | 1853 |
| 101P1 | Post-feu moins de 30 ans | 11 | Ankarena | 46,95117 | -22,11317 | 17 | 5 | 1863 |
| 102P1 | Post-feu moins de 30 ans | 11 | Ankarena | 46,95122 | -22,11306 | 17 | 5 | 1864 |
| 102P2 | Post-feu moins de 30 ans | 11 | Ankarena | 46,9512 | -22,11262 | 17 | 5 | 1873 |
| 103P1 | Post-feu moins de 30 ans | 11 | Ankarena | 46,95149 | -22,11252 | 17 | 5 | 1881 |
| 103P2 | Post-feu moins de 30 ans | 11 | Ankarena | 46,95152 | -22,11242 | 17 | 5 | 1876 |
| 104P1 | Post-feu moins de 30 ans | 12 | Ambozotaninakarenana | 46,95284 | -22,11239 | 17 | 10 | 1897 |
| 104P2 | Post-feu moins de 30 ans | 12 | Ambozotaninakarenana | 46,95285 | -22,1125 | 17 | 10 | 1901 |
| 105P1 | Post-feu moins de 30 ans | 12 | Ambozotaninakarenana | 46,95293 | -22,1126 | 17 | 20 | 1898 |
| 105P2 | Post-feu moins de 30 ans | 12 | Ambozotaninakarenana | 46,95304 | -22,11265 | 17 | 20 | 1902 |
| 106P1 | Post-feu moins de 30 ans | 12 | Ambozotaninakarenana | 46,95332 | -22,1129 | 17 | 30 | 1901 |
| 106P2 | Post-feu moins de 30 ans | 12 | Ambozotaninakarenana | 46,95336 | -22,11302 | 17 | 30 | 1890 |
| 107P1 | Post-feu moins de 30 ans | 12 | Ambozotaninakarenana | 46,95312 | -22,11332 | 17 | 20 | 1900 |

| Parcelle | Formation | Transect | Localité | Longitude | Latitude | Dernier feu | Pente | Altitude |
|----------|-----------|----------|-----------------|-----------|-----------|-------------|-------|----------|
| 108P1 | Intact | 13 | Ambalamarovanda | 46,9323 | -22,13052 | | 20 | 1472 |
| 109P1 | Intact | 13 | Ambalamarovanda | 46,94357 | -22,13065 | | 20 | 1491 |
| 110P1 | Intact | 13 | Ambalamarovanda | | | | 30 | |

ANNEXE XXXV : Points GPS

| Numéro | Longitude | Latitude | Altitude | Localité | Observation |
|--------|-----------|-----------|----------|---------------------------------|----------------------|
| 12 | 46,9326 | -22,11883 | 1427 | Mandredromana atsimo | village |
| 13 | 46,9329 | -22,12343 | 1446 | Ankafotra | hameau |
| 14 | 46,93343 | -22,12623 | 1458 | Ambalavaokely | village |
| 15 | 46,9236 | -22,12272 | 1429 | Andrarasy | village |
| 16 | 46,92229 | -22,12362 | 1445 | Ambalamandray | village |
| 17 | 46,91893 | -22,12595 | 1468 | Ambalamahatsinjo Ambalambany | village |
| 18 | 46,91751 | -22,12571 | 1491 | Ambalamahatsinjo Ambalambony | village |
| 19 | 46,91553 | -22,12846 | 1532 | | village |
| 20 | 46,93718 | -22,11976 | 1528 | Ankijana | Tombeau |
| 21 | 46,93911 | -22,12012 | 1539 | Andohanambodizoma | jachère 2 ans |
| 22 | 46,9423 | -22,11864 | 1562 | Ankimba | Village |
| 27 | 46,94381 | -22,11867 | 1611 | Alavory Ampilandaka | Ancien pare-feu |
| 44 | 46,9461 | -22,12052 | 1569 | Akazondimba | Reboisement |
| 45 | 46,92542 | -22,11824 | 1433 | Gite | village |
| 46 | 46,94146 | -22,12103 | 1564 | Akazondimba | jachère |
| 115 | 46,94019 | -22,1145 | 1517 | Alazoananalalava | jachère |
| 116 | 46,94202 | -22,11397 | 1525 | Andranotakatra | erosion |
| 265 | 46,93654 | -22,12768 | 1460 | Ambalaseva | village |
| 269 | 46,92953 | -22,10747 | 1452 | Antanambao | village |
| 270 | 46,93138 | -22,11149 | 1429 | Ambohibary | village |
| 271 | 46,93078 | -22,11335 | 1429 | Ambohibary | village |
| 272 | 46,93218 | -22,1056 | 1442 | Antanambao Annexe | village |
| 273 | 46,93679 | -22,1055 | 1436 | Soatolakandro | village |
| 274 | 46,9362 | -22,10793 | 1427 | | hameau |
| 275 | 46,95362 | -22,00355 | 1230 | Sendrisoa | Chef lieu de commune |

ANNEXE XXXVI : Impact du feu de végétation

1. Impact sur la faune

Les faunes sont étroitement liées à la végétation qui constitue son habitat. La dégradation subite par les couverts végétaux les menace. La destruction des forêts entraîne l'élimination des rongeurs arboricoles et des lémuriens. A la suite de la perturbation de son habitat, la migration des lémuriens est fréquente dans la zone d'étude. Lors du passage du feu, les rongeurs se réfugient dans leurs terriers et après, ils quittent les savanes ou la forêt la nuit. Ils s'installent dans les parties non brûlées de la zone sans couvert protecteur ni nourriture. Certains animaux comme les insectes ne peuvent fuir et finissent proie de la flamme. Les oiseaux insectivores trouvent de nourriture abondante au moment du feu. Après, la réserve alimentaire est anéantie.

2. Changement climatique

La pratique intensive des feux de végétation engendrant de grosse fumée contribue à l'augmentation de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère. En effet, depuis plusieurs années, les habitants dans la zone d'étude ont constaté l'émergence de fumée grisâtre couvrant le ciel pendant la saison sèche. Ce phénomène est sûrement dû à de trop forte propagation de gaz carbonique issus du feu de brousse dans l'atmosphère. Le défrichement et le feu de brousse dégagent annuellement 6,6 milliards de tonnes à 17,6 milliards de tonnes de gaz carbonique annuellement dans le monde (DENEUX, 2002). Les feux de végétation dans le monde brûlent chaque année une surface égale à la moitié de celle de l'Australie et dégagent 40% du CO₂ anthropique (PNUE, 2004). Le CO₂ constitue le deuxième gaz à effet de serre le plus important dans l'atmosphère après la vapeur d'eau. Ces gaz constituent une couverture perméable aux rayons solaires mais imperméable aux émissions infrarouges en provenance de la terre. Ils retiennent une partie de rayons réfléchis par la terre et réchauffent l'atmosphère. Ces phénomènes engendrent une variation des conditions climatiques appelée changement climatique. Cette variation se traduit par des changements dans tous les éléments liés aux conditions météorologiques comme la température, les précipitations et la configuration des vents (COMMISSION EUROPEENNE, 2006 ; ACADEMIES ET CONSEIL ECONOMIQUE ET SOCIAL, 2006 ; TIPPER, 1998)

Le climat se modifie dans les régions sèches périodiquement par le feu de brousse (GOUVERNEMENT, 1980). Les pluies sont déficitaires et les températures sont élevées. La sécheresse commence à se faire sentir dans la zone d'étude depuis 10 ans. Durant les deux dernières années la pluie est déficitaire. Elle est de moins en moins fréquente mais il pleut en grande quantité et est devenue dévastatrice. L'étude effectuée par NY TANITSIKA en 2007 montre que la température a connu une nette augmentation durant les cinq dernières années. Les saisons climatiques ont subi une perturbation. Généralement, la période d'hiver commence en mois de mai et s'achève au mois d'août. Elle est séparée par l'été en mi-août par une pluie appelée localement

orana mampisarataona. Durant ces trois dernières années, le froid persiste jusqu'au mois d'octobre. Mais au fur et à mesure que la journée avance, il fait très chaud.

3. Impact sur la ressource en eau

Suite au phénomène de réchauffement climatique, un abaissement de la nappe phréatique a été noté. Ce phénomène est aggravé par l'érosion qui empêche l'infiltration de l'eau. La dégradation du sol entraîne la perte d'une partie de l'eau dans le torrent. L'étude réalisée par NY TANITSIKA (2007) révèle un tarissement allant de 30 à 40% depuis 10 ans pour les zones éloignées du corridor. L'abondance des canaux d'irrigation de plusieurs kilomètres depuis les montagnes et la recrudescence des conflits en eau témoignent le problème en ressource en eau dans la zone d'étude. Le tarissement de la source entraîne une restriction de l'utilisation domestique de l'eau dans certaines zones durant la période d'été.

4. Impact sur les biens de la population locale

Dans la zone d'étude le feu de végétation provoque rarement des dégâts sur les biens de la population. Ce sont surtout les reboisements qui sont sévi par le feu de brousse. Ce fut le cas en 2006 où un reboisement communal de vaste étendue a été ravagé par le feu de brousse. De même, les peuplements forestiers particuliers sont de temps en temps sévis par le feu de brousse. Pourtant, les feux criminels peuvent provoquer des dommages matériels. La maison des propriétaires de bovin est souvent la cible des incendies déclenchés par les *dahalo*.

5. Impact sur le tourisme

L'écotourisme procure non seulement un avantage pour le gestionnaire du parc (VOLOLONIAINA & RAZAFIMANDIMBY, 1999). Au niveau de la population locale et régionale, il génère des emplois et assure des avantages économiques. En 2001, le guidage rapporte entre Ar 240 000 et Ar 300 000 par guide (MOHAMED, 2003). Il stimule les activités rentables comme la restauration, les artisanats et les hôtelleries. Après la crise de 2002, l'écotourisme dans la zone d'étude a connu une forte augmentation (Cf annexe XXXIII). Pourtant, le feu de brousse constitue une menace pour l'écotourisme. La dégradation des ressources naturelles a des impacts sur l'écotourisme dans la région. La disparition de certaines espèces et la migration des autres après le feu rendent difficile l'observation des faunes effectuée par les touristes. En outre, le passage de feu de brousse provoque une destruction de la beauté du paysage en laissant en place une vaste étendue de cendre et de fumée. Ceci entraîne la destruction de la potentialité écotouristique de la zone d'étude.

6. Impact sur le mode de vie de la population locale

Le feu de végétation a aussi des répercussions directes sur la population locale. Le passage répétitif du feu perturbe la pratique liée à l'utilisation des ressources naturelles. Les espèces médicinales et les espèces de valeurs se raréfient ou même disparaissent après le passage du feu. De

même, le feu menace aussi la collecte des miels. Le feu asphyxie les abeilles et menace la colonie. Les zones constamment ravagées par le feu sont pauvres en abeille. En outre, les herbacées ont une utilisation artisanale dans la zone d'étude. Elles sont utilisées au recouvrement des toits, au rembourrage des matelas et à la confection des balais. Le passage répétitif des feux raréfie les formations herbeuses (RANDRIAMIADAMALALA, 2001) et risque de compromettre les activités paysannes liées aux savanes herbeuses. Cette situation est aggravée par la pression démographique et la progression dans l'espace risque.

Le feu de végétation entraîne aussi l'émergence des maladies et des rats. Après le passage du feu, les rats envahissent les terrains de cultures et les zones habitées. Ils constituent à la fois une menace pour les stocks de produits agricoles et un vecteur de maladie contagieuse comme la peste.

ANNEXE XXXVII : Cadre logique de la recommandation

| | RESULTATS ATTENDUS | INDICATEURS | HYPOTHESES | CONCERNE |
|---|--|--|---|---|
| Objectif spécifique 1 : Apporter de réforme à la législation régissant le feu | ➤ Législation adaptée au contexte actuel | ➤ Loi, décret, arrêté promulgué | ➤ Collaboration de toutes les entités concernées | Elus, Ministère de la justice, population locale |
| Activité : <ul style="list-style-type: none"> • Consultation de toutes les parties prenantes dans la conservation de l'environnement et de la lutte contre le feu • Promulgation de nouveau texte renforçant les mesures incitatives en matière de lutte contre le feu de brousse | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Considération des visions des parties prenantes dans l'élaboration de la loi ➤ Motivation de la population locale dans la lutte contre le feu | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre de consultation réalisée ➤ Loi, décret et arrêté mettant en place des mesures incitatives | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Implication de toutes les parties prenantes ➤ Mesures incitatives adaptées aux besoins de la population locale | Ministère de l'Environnement des Forêts et du Tourisme, Ministère de la justice, Collectivité territoriale décentralisée, Organismes et institutions concernés, Collectivité territoriale décentralisée, association des usagers des pâturages, VOI, VNA, KASTI et population locale Ministère de la justice ; Ministère de l'Environnement, des Forêts et du Tourisme ; Elus ; population locale |
| Objectif spécifique 2 : Encourager la gestion locale | ➤ Implication de la population locale dans la gestion du feu et de la ressource naturelle | ➤ Nombre de transferts de gestion réalisés | ➤ Appuis de l'administration forestière et des collectivités dans la gestion locale | Communauté de base, Administration forestière, Collectivité territoriale décentralisée |
| <ul style="list-style-type: none"> • Campagne d'information et de sensibilisation • Montage des gestions locales de feu • Montage des transferts de gestion de ressource naturelle <ul style="list-style-type: none"> → Diagnostic → Sécurisation foncière | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Motivation de la population locale sur la gestion locale ➤ Augmentation du nombre de gestion locale du feu dans les zones fréquentées par le fléau ➤ Surveillance locale ➤ Sécurisation foncière ➤ Gestion durable des ressources naturelles | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Demandes enregistrées ➤ Contrat de gestion locale du feu réalisé ➤ Suivi de l'évolution du feu de végétation ➤ Nombre de transfert de gestion réalisé ➤ Suivi de | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Compétence des sensibilisateurs ➤ Collaboration des parties prenantes ➤ Implication de la population locale dans les différents processus ➤ Motivation de la communauté de base ➤ Implication de la population locale dans les différents processus ➤ Motivation de la | <p>Administration forestière, ONG, Collectivité territoriale décentralisée, population locale</p> <p>Communauté de base, Administration forestière, Collectivité territoriale décentralisée, médiateur</p> <p>Communauté de base, Administration forestière, Collectivité territoriale décentralisée, médiateur environnemental</p> |

| | RESULTATS ATTENDUS | INDICATEURS | HYPOTHESES | CONCERNE |
|--|---|--|---|---|
| → Elaboration des outils de gestion → Contrat | | l'évolution de la ressource gérée | communauté de base | |
| Objectif spécifique 3: Mettre en place des mesures préventives | ➤ Diminution des risques de feu | ➤ Suivi de l'évolution spatio-temporelle du feu | ➤ Collaboration de toutes les entités concernées | Population locale, Dirigeant locaux, notables, VNA, KASTI, COBA, étudiants, Administration forestière, Collectivité territoriale décentralisée, organismes intervenant dans la région et opérateurs économiques, |
| Activité : <ul style="list-style-type: none"> • Education environnementale <ul style="list-style-type: none"> → Sensibilisation de la population locale, des notables, des dirigeants locaux, les organismes intervenant dans la région et des touristes sur le danger que représente le feu → Conscientisation de la population locale, des notables, des dirigeants locaux et les organismes sur l'importance de l'écosystème de la région et le retombé économique du parc → Information sur la législation et surtout les <i>dina</i> régissant le feu → Formation sur la méthode de lutte active contre le feu → Sensibilisation et réunion par village → Introduction de l'éducation environnementale dans le programme scolaire → Formation des formateurs locaux • Construction de pare-feu | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Augmentation de la connaissance de la population locale sur l'importance de la ressource naturelle et du parc national ➤ Accroissement de la connaissance de la population locale sur la gravité du feu ➤ Diminution des pratiques destructrices ➤ Comportement positif de la population locale envers les ressources naturelles ➤ Maîtrise de la méthode de lutte active contre le feu ➤ Diminution des feux sauvages ➤ Réduction de l'impact négatif du feu | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fiche de compréhension ➤ Enquête ➤ Prospection et observation des ressources ➤ Suivi de l'évolution du feu <ul style="list-style-type: none"> ➤ Suivi de l'évolution du feu | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Compétence des agents vulgarisateurs ➤ Approche correspondant au contexte local et au niveau des groupes cibles ➤ Collaborations des personnes clés ➤ Volonté de la population locale <ul style="list-style-type: none"> ➤ Participation de tous les hommes valides ➤ Encadrement des techniciens | Population locale, Dirigeant locaux, notables, VNA, KASTI, COBA, étudiant, Collectivité territoriale décentralisée, Administration forestière, organismes intervenant dans la région et opérateurs économiques, Administration forestière, MNP, population locale, VNA, KASTI et VOI |

| | RESULTATS ATTENDUS | INDICATEURS | HYPOTHESES | CONCERNE |
|--|--|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Instauration de la sécurité <ul style="list-style-type: none"> → Déploiement des gendarmeries par la création de détachement avancé dans les zones reculées → Tournés des gendarmes et des militaires → Redynamisation du <i>Dina</i> → Lutte contre la corruption • Sécurisation foncière <ul style="list-style-type: none"> → Accélération de l'immatriculation foncière → Formalisation des droits fonciers écrits → Facilitation des procédures d'octroi des titres fonciers • Lutte sylvicole <ul style="list-style-type: none"> → Installation de coupe combustible verte → Reforestation des zones dégradées → Enrichissement des formations secondaires | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Diminution de l'acte de banditisme et des vols de bœuf ➤ Baisse du feu criminel ➤ Diminution des conflits fonciers ➤ Elimination des broussailles hautement inflammable ➤ Entretien de l'humidité ➤ Reconstitution de la forêt ➤ Diminution de la surface ravagée par le feu | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Plainte déposée aux forces de l'ordre ➤ Suivi de l'évolution du feu de brousse ➤ Conflit foncier au niveau du tribunal ➤ Enquête ➤ Nombre de plan reboisé ➤ Suivi de l'évolution spatio-temporelle du feu | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Collaboration entre la force de l'ordre, le ministère de la justice et la population locale ➤ Coût d'immatriculation foncière à la portée de la population locale ➤ Décentralisation du service domanial ➤ Utilisation des espèces résistant au feu | <p>Population locale, ministère de la justice, force de l'ordre et collectivité territoriale décentralisée</p> <p>Service domanial et population locale</p> <p>Population locale, VOI, MNP, Administration forestière</p> |
| Objectif spécifique 4: Proposer des mesures alternatives et d'accompagnement | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Réduction de la dépendance de la population au feu | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Enquête socio-économique | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Collaboration des organismes intervenants dans la région ➤ Volonté de la population locale | <p>Population locale, Organisme et institution intervenant dans la région, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche.</p> |
| Activité : <ul style="list-style-type: none"> • Suivi de l'application des clauses lors du renouvellement de pâturage | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Diminution des feux sauvages | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Suivi de l'évolution du feu de brousse | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Collaboration entre l'administration forestière, la collectivité territoriale | <p>Administration forestière, association des usagers des pâturages, collectivité territoriale décentralisée, VNA, KASTI,</p> |

| | RESULTATS ATTENDUS | INDICATEURS | HYPOTHESES | CONCERNE |
|---|--|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Mise en place des microprojets visant à réduire la dépendance au feu et à la ressource naturelle | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Substitution des pratiques destructrice à d'autre source de revenu | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Prospection ➤ Enquête socio-économique | décentralisée, VNA, KASTI et la population locale <ul style="list-style-type: none"> ➤ Collaboration des ONG intervenant dans la région ➤ Motivation de la communauté locale | la population locale et MNP Organismes intervenant dans la région, MNP, population locale, collectivité territoriale décentralisée |
| Objectif spécifique 5: Concevoir un système de suivi de feu de végétation | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Constitution de bases de données relatives au feu de brousse | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Publication des données | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Collaboration des intervenants dans le domaine de conservation de l'environnement | Administration forestière, MNP, Collectivité territoriale décentralisée, KASTI, VNA, VOI, Association des usagers de pâturage |
| Activité : <ul style="list-style-type: none"> Suivi de l'évolution spatio-temporelle du feu de végétation <ul style="list-style-type: none"> → Collecte de données relatives au feu → Valorisation des acquis → Analyse et traitements des informations → Diffusion des informations Etude de l'impact du feu de végétation | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Constitution de bases de données relatives au feu de brousse | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Publication des données | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Collaboration des intervenants dans le domaine de conservation de l'environnement ➤ Disponibilité des matériels | Administration forestière, MNP, Collectivité territoriale décentralisée, KASTI, VNA, VOI, Association des usagers de pâturage |

ANNEXE XXXVIII : Planche Photographique



Zone d'étude



Parc de bovin



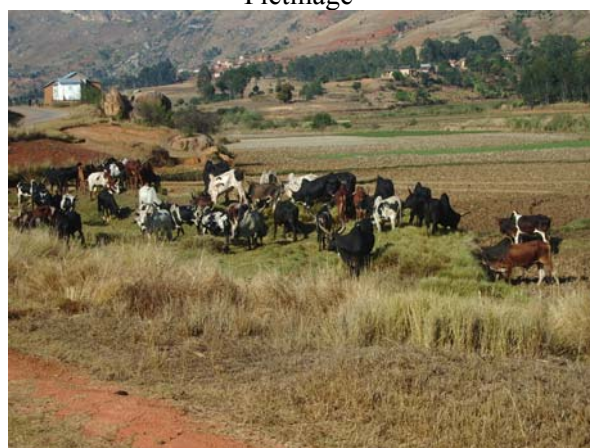
Traction animale



Piétinage



Lieu de prélèvement de fumier dans l'étable



Expédition des bétails au marché



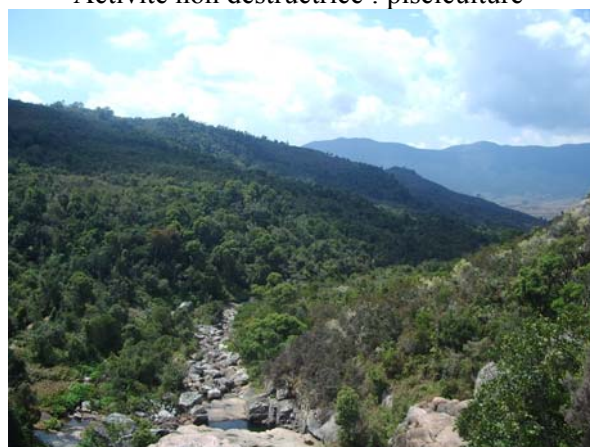
Activité non destructrice : Apiculture



Activité non destructrice : pisciculture



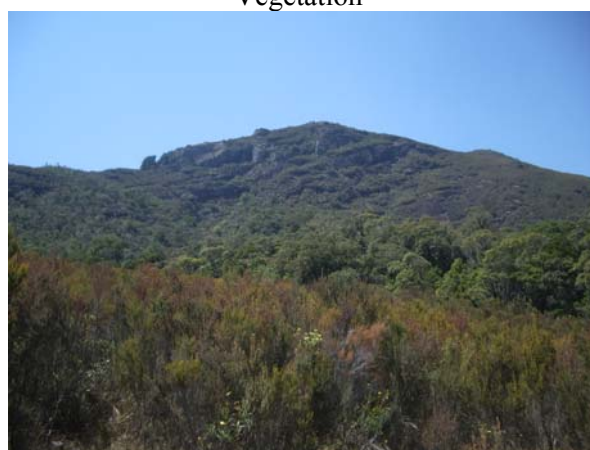
Confection des graminées pour les toitures



Végétation



Végétation



Types de formation : Fatra¹⁵ et almena¹⁶

¹⁵ Formation secondaire de jeune âge

¹⁶ Formation secondaire qui commence à se reconstituer



Types de formation : Fatra et almena



Formation *Erica spp.*



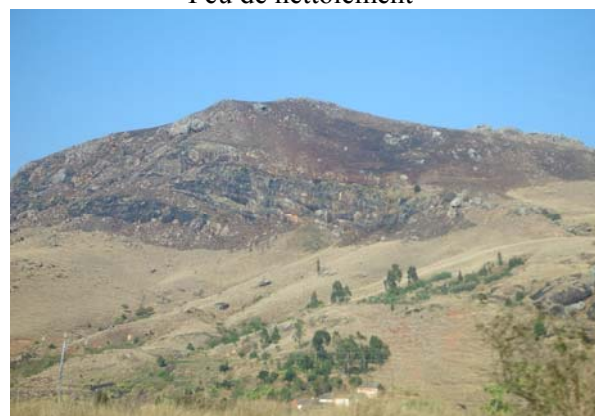
Reptile



Feu de nettoyage



Fabrication de charbon à la périphérie de la forêt



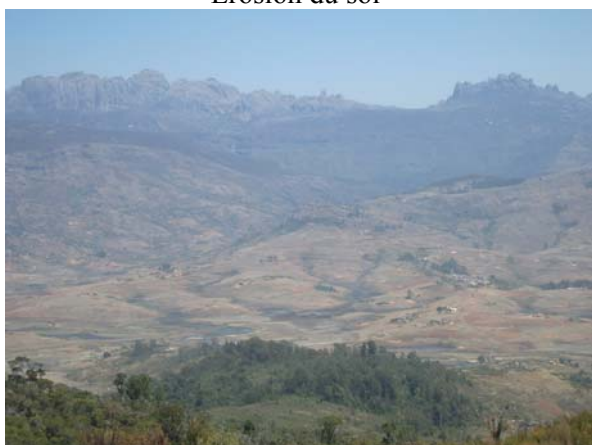
Zone ravagé par le feu sauvage



Erosion du sol



Erosion du sol



Fumé dans l'atmosphère



Panneau feu dans le Parc National Andringitra



Fabrication de charbon près de point d'eau