

TOHIRAVINA

2

RECUEIL DE DOCUMENTS POUR SUIVI ECOLOGIQUE DU PROGRAMME ENVIRONNEMENTAL

Editeurs scientifiques:

**ROGER Edmond
RAJERIARISON Charlotte
RAKOUTH Bakolimalala**

-2007-

TOHIRAVINA

2

**RECUEIL DE DOCUMENTS
POUR LE SUIVI ECOLOGIQUE
DU PROGRAMME ENVIRONNEMENTAL**

Editeurs scientifiques :

**ROGER EDMOND
RAJERARISON Charlotte
RAKOUTH Bakolimalala**

- 2007-

FAMPIDIRANA

Raha niarahantsika rehetra nahita ny hasarobidin'ny voka-pikarohana voarakitry ny Tohiravina 1 dia nifanontany ny rehetra hoe mbola hisy ve ny tohin'ity rakitra ity sa ahoana?

Ny erikerika hono mahatondra-drano ary manantsofina ny rindrina ka dia nivoaka ny feo : hisy ny Tohiravina 2.

Lasa indray isika nandondona ny varavaran'ny mpamatsy vola misento amin'ny tontolo iainana. Dia namaly hataka ny Conservation International eo ambany fitarihan'Andriamatoa Léon Rajaobelina Prézida lefitry ny Sampana Afrika-Madagasikara izay isaorana manokana etoana.

Dia ity ary ny Tohiravina 2 fa teraka atolotra ho vakiantsika. Manovoza soa !

ANDRIANANTENAINA Bruno
Doyen de la Faculté des Sciences

NOTE DE PRESENTATION

Cet ouvrage constitue un recueil rassemblant une partie des études effectuées (rapports scientifiques, mémoires et thèses) au sein du Département de Biologie et Ecologie Végétales de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo.

Ces informations de haute valeur scientifique n'ont pas encore fait l'objet de publications et notre objectif est de mettre à la disposition des chercheurs et des décideurs des données de base qui pourraient permettre de prendre des mesures pour la protection de l'environnement et de la biodiversité ou pour la restauration des écosystèmes dégradés. La publication de ces résultats vise aussi dans une certaine mesure à répondre aux objectifs de la vision Durban pour l'extension des Aires protégées car ils mettent en évidence les caractéristiques des écosystèmes naturels susceptibles d'être proposés comme sites de conservation (richesse floristique, menaces et pressions sur les habitats des espèces à protéger)

L'analyse des diverses menaces qui pèsent sur certaines espèces et leurs habitats nous a permis d'inscrire certaines d'entre elles dans la liste Rouge de l'IUCN (familles endémiques menacées d'extinction)

Cinq thèmes principaux pouvant servir de référence à un suivi écologique sont développés dans cet ouvrage.

- l'Ethnobotanique
- la Systématique
- l'Ecologie et Ecophysiologie
- la Physiologie Végétale
- la Palynologie appliquée

Ce recueil n'aurait pu être élaboré sans l'aide financière accordée par Conservation International Madagascar représenté par RAJAOBELINA Léon, Vice Président Régional de CI Afrique – Madagascar à qui nous adressons nos vifs remerciements. Nos remerciements également à tous les auteurs.

Pr. RAJERARISON Charlotte Dr. ROGER Edmond Dr. RAKOUTH Bakolimalala

Tables des matières

I. ETHNOBOTANIQUE

Titre	Auteurs	Page
Enquêtes socioéconomiques ethnobotaniques sur les espèces les plus utilisées dans les forêts GCF du Menabe Central Nord (Cas de Tsitakabasia, Kiboy et Tsianaloky)	Raymonde Harisoa NIRINA Edmond ROGER	1
Ethnobotanique et écologie des plantes artisanales forestières de Sud- Est de Madagascar	Nivo RAHARISON Vololoniaina JEANNODA	9
Quelques réflexions sur une plante extraordinaire, endémique de Madagascar : <i>Harungana madagascariensis</i> Lam. Ex-Poir.	Isabelle RATSIMIALA RAMONTA	19

II. BOTANIQUE ET SYSTEMATIQUE VEGETALE

Titre	Auteur	Page
Contribution à l'étude systématique et écologique des bambous consommés par <i>Hapalemur</i> dans la région du Parc Ranomafana	Voninavoko RAHAJANIRINA	29
Etude comparative de deux espèces de <i>Norhonia</i> (OLEACEAE) endémiques de Madagascar : statut écologique, screening phytochimique et diversité génétique	E.K.F RAMANANTSOA Isabelle RATSIMIALA RAMONTA	41
Inventaire et écologie des orchidées de Talatakely du Parc National Ranomafana	Veloarivony Rence Aimée RANDRIANINDRINA Bakolimalala RAKOUTH Louis J. EDOUARD	51

III. ECOLOGIE ET ECOPHYSIOLOGIE VEGETALES

Analyse structurale des forêts du Parc National n°1 de la montagne d'Ambre (flore, structure, cartographie)	Justin RAKOTOARIMANANA Edmond ROGER	65
Approche sur la dynamique des formations végétales de la réserve expérimentale de Vohimana	H.Z. HASINIAINA MBOLATIANA Charlotte RAJERARISON Marie Agnès RADIMBISON Edmond ROGER	83
Caractérisation écologique de la végétation située hors des aires protégées de Soalala (typologie, évolution spatio-temporelle)	Tantely Fanomezana TIANARISOA Marie Agnès RADIMBISON	94
Caractérisation écologique des différentes formations végétales de la partie Sud de la station forestière à usage multiple d'Antrema (Katsepy)	Niny Holitiana Voahirana RANDRIATOMPOSON Edmond ROGER	106

III. ECOLOGIE ET ECOPHYSIOLOGIE VEGETALES (suite)

Titre	Auteur	Page
Caractérisation des formations végétales et études écologiques de quelques espèces menacées de la montagne des Français (Antsiranana II)	Ornelle Christine RANDRIAMBOLOLOMAMONJY Charlotte RAJERIARISON Edmond ROGER	116
Caractérisation écologique de la forêt littorale d'Analaben'Isahaka et écologie de quelques espèces menacées (forêt classée à usage multiple de Loky Manambato-district de Vohémar)	Herisoa MANJAKAHERY Charlotte RAJERIARISON Edmond ROGER	129
Dynamiques post-structurales et pratiques agricoles en lisière du corridor Ranomafana- Andringitra-Ivohibe	Josoa R. RANDRIAMALALA Stéphanie CARRIERE Edmond ROGER	140
Essai d'aménagement agro-pastoral de la zone riveraine ouest du site du patrimoine mondial des tsingy du Bemaraha	Clairemont RANDRANARIVELO Charlotte RAJERIARISON Edmond ROGER	159
Etat de la population de <i>Aloe laeta</i> var <i>laeta</i> Berger et <i>Aloe trachyticola</i> (H. Perrier) Reynolds (ASPHODELACEAE) et caractéristiques écologiques des habitats dans le massif de l'Ibity (Antsirabe)	Sehen Lalandy RAZAFY Charlotte RAJERIARISON Bakolimalala RAKOUTH	177
Etude écologique des formations végétales du nord-ouest du corridor forestier Ranomafana-Andringitra afin de mettre en évidence la typologie et la dynamique spatio-temporelle et de ses formations	Lalaina N. RATSIMISSETRA Stéphanie CARRIERE Edmond ROGER	184
Etude bioécologique de <i>Milletia aurea</i> Du Puyet de Labat et de Drake (FABACEAE) : espèces endémiques menacées de la région de Boeny	Tantely Fanomezana TIANARISOA Marie Agnès RADIMBISON	194
Etude des formations végétales dans les hautes montagnes sur nord de Madagascar, cas d'Ambohimirahavavy et de Beampoko	Tabita N. RANDRIANARIVONY Martin CALLMANDER Charlotte RAJERIARISON Edmond ROGER	203
Etude écologique et évaluation de l'état de stock de <i>Pachypodium brevicaula</i> Baker et <i>Pachypodium densiflorum</i> Baker sur le massif de l'Ibity	Fanny Patricka RAKOTOARIVELO Bakolimalala RAKOUTH	225

III. ECOLOGIE ET ECOPHYSIOLOGIE VEGETALES (suite)

Titre	Auteur	Page
Etude floristique de la forêt primaire d'Ambalamanakana, Ambositra	Zo Lalaina RAZAFIARISON	235
Etudes écologiques de quatre espèces endémiques et menacées de <i>Dalbergia</i> dans la partie orientale du corridor Ranomafana-Andringitra	Hary Zo RAMAMONJY Edmond ROGER Charlotte RAJERiarison	245
Etudes écologiques de quatre espèces endémiques menacées de la famille des FABACEAE (<i>Tephrosia ibityensis</i> (R. Vig) Du Puy et Labat et des LAMIACEAE (<i>Orthosiphon ellipticus</i> A. H. Paton et Hedge et <i>Tetradenia herbacea</i> Philipson) dans les massifs d'Ibity et d'Itremo	Nina Victorine TAHINASOA Edmond ROGER Charlotte RAJERiarison	259
Evaluation de dégâts cycloniques dans la station forestière à usage multiple d'Antrema (Katsepy)	Harisoa RAVAOMANALINA Edmond ROGER	267
Evaluation des statuts écologiques des espèces de <i>Ravenea</i> (Palmier) menacées dans les forêts humides orientales : <i>Ravenea lakatra</i> , <i>Ravenea latisecta</i> , <i>Ravenea louvelii</i>	Maherisoa RATOLOJAHANARY Stéphanie CARRIERE Marie Agnès RADIMBISON	277
Structure de la forêt d'Angavokely : cas du mont d'Angavobe	M.H. FARAMALALA Vonjison RAKOTOARIMANANA Edmond ROGER	294
Structure et régénération des formations colonisées par deux espèces exotiques envahissantes dans la Réserve Naturelle Intégrale n°1 de Betampona du Faritany de Toamasina	Yedidya Rakotomalala RATOVONAMANA Charlotte RAJERiarison Edmond ROGER	311
Techniques biologiques pour la protection des berges des cours d'eau de la région de Mahajanga-Madagascar	Zarasoa Jean Noel RANDRAIANJAFY	320
Typologie des formations végétales de Vohimana	H.Z. HASINIAINA MBOLATIANA Charlotte RAJERiarison Marie Agnès RADIMBISON Edmond ROGER	330
Inventaire et caractérisation écologique de la forêt de maromizaha (corridor ankeniheny-zahamena)	Verohanitra Miarivelomalala RAFIDISON, Edmond ROGER	340

III. ECOLOGIE ET ECOPHYSIOLOGIE VEGETALES (suite)

Titre	Auteur	Page
Typologie et structure des formations végétales de la forêt d'Ambre-Madagascar	Stéphan RAKOTONANDRASANA Edmond ROGER	355

IV. PHYSIOLOGIE VEGETALE

Titre	Auteur	Page
Analyse chimique et multiplication in vitro de <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Nees.& Eberm ou ravintsara	V. RAMAMONJIARISOA D. RANDRIAMAMPIONONA B. RALIJERISON C. RABEMANANTSOA C. KIBAN E. RALAMBOFETRA D. RAVELOMANANA I. RATSIMIALA RAMONTA M. JAZIRI S. RATSIMAMANGA	366
Diversité morphologique et génétique de <i>Centella asiatica</i> à Madagascar	Soharin'ny Ony RAOSETA RAKOTONDRALAMBO Alice ANDRIANJAKA Pascal DANTHU Isabelle RATSIMIALA RAMONTA	374
Etude de la population des orchidées de Talatakely, Parc National Ranomafana, et germination in vitro des graines	Herinandrianina ANDRIANANJAMANANTSOA Eliane RALAMBOFETRA Margaret FROM Isabelle RATSIMIALA RAMONTA	384
Valorisation des jachères à <i>Psiadia altissima</i> Benth. et Hook. par extraction de l'huile essentielle	Miarantsoa Raelina RAKOTOBE Voninavoko RAHAJANIRINA Eliane RALAMBOFETRA Pascal DANTHU	391

V. PALYNOLOGIE APPLIQUÉE

Titre	Auteur	Page
Emission pollinique, phénologie de la floraison, facteurs climatiques et épidémiologie des allergies à Antsirabe	Njandrizanany RABARISOA RAMAVOVOLOLONA	402
Etudes préliminaires des effets de la pollution de l'air sur les pollens à Antananarivo	Ralalaharisoa RAMAMONJISOA RAMAVOVOLOLONA	419

V. PALYNOLOGIE APPLIQUÉE (suite)

Titre	Auteur	Page
Le Contenu Pollinique des miels d'Ambohimadana et comportement de butinage de l'abeille <i>Apis mellifera unicolor</i>	RAHARIMBOLA RAZANADRAKOTO Ralalaharisoa RAMAMONJISOA	425
Les pollens des plantes caractéristiques de la végétation anthropiques des hautes terres de Madagascar	T. ANDRIAMITANTSOA Z. RAKOTOARISOA RAMAVOVOLOLONA Ralalaharisoa RAMAMONJISOA	433
Plantes mellifères et miels de la région de Boriziny	Norbert RAZAFINDRAKOTO Ralalaharisoa RAMAMONJISOA	444
Suivi phénologique de la floraison des espèces abondantes et caractéristiques de la végétation d'Antsirabe	T. ANDRIAMITANTSOA L.RAVELOMANANTSOA	454

I- ETHNOBOTANIQUE

ENQUETES SOCIOECONOMIQUES ET ETHNOBOTANIQUES SUR LES ESPECES LES PLUS UTILISEES DANS LES FORETS GCF DU MENABE CENTRAL NORD (Cas de Tsitakabasia, Kiboy et Tsianaloky)

Harisoa Raymonde NIRINA, Edmond ROGER

*B.P. 906, Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences, Université
d'Antananarivo.*

RESUME

Les enquêtes effectuées dans trois villages étudiées ont permis de connaître les différentes utilisations des forêts GCF du Menabe central Nord. Ces forêts GCF constituent une place importante dans la vie quotidienne des villageois. La quantité de bois prélevé dépend de son utilisation. Elle est très importante surtout pour la construction des cases et des parcs à bœufs. Vu la croissance incessante de la population, la durée d'exploitation de la forêt est inquiétante face aux utilisations. Ainsi, quelques recommandations sont avancées afin d'assurer une gestion rationnelle et durable des ressources naturelles dans les années à venir.

Mots clés : Forêt dense sèche, Forêt GCF, Exploitation, *Cedrelopsis grevei*, *Commiphora arafy*, *Dalbergia greveana*, *Givotia madagascariensis*, *Gyrocarpus americanus*, *Tetrapterocarpon geayi*.

1. INTRODUCTION

La forêt dense sèche de l'Ouest malgache présente 1800 espèces de plantes vasculaires regroupées en 200 genres. Le niveau d'endémisme est de 38 % au niveau des genres et 89 % pour les espèces (Langrand, 1990). Actuellement, une grande partie de cette forêt de l'Ouest est remplacée par des savanes évoluant vers sa phase ultime de dégradation. Ainsi des programmes de gestion des forêts ont été mis en place comme la Gestion Contractualisée des Forêts. Ce dernier est un mode de transfert de gestion des forêts aux communautés de base en vue d'une gestion locale durable et sécurisée des ressources forestières.

Des forêts GCF ont été mises en place dans la région pour permettre aux populations riveraines de les gérer dans leur terroir. Dans le but de connaître l'utilisation de ces forêts GCF, des enquêtes socio-économiques et ethnobotaniques des espèces les plus utilisées dans les forêts GCF du Menabe central Nord ont été effectuées dans les villages de Tsitakabasia, Kiboy et Tsianaloky.

I- GENERALITES

I- 1 Situation géographique

La zone d'étude se trouve dans la partie occidentale de Madagascar, plus précisément dans la *partie Nord du Menabe central, district de Belo sur Tsiribihina, commune rurale de Tsimafana. Elle est limitée:*

- au Nord, par le fleuve de Tsiribihina;
- à l'Est par la commune rurale de Tsaraotana;
- au Sud, par la commune rurale de Beroboka Nord;
- à l'Ouest par la route nationale n°8 reliant la ville de Morondava à celle de Belo sur Tsiribihina.

I-2 Aspects socioéconomiques

II-2-1 Démographie

Le nombre d'habitants de la commune de Tsimafana est estimé à 5345 habitants (PCD, 1998) pour les neufs Fokontany en 2002. La densité de la population est de 7,42 habitants par Km² avec une taille moyenne de ménage constituée de 6 personnes. Le taux de naissance est de 2,92 % alors que celui de mortalité est de 5,9%. Un recensement récent, en mai 2005, donne des indications sur les habitants de trois villages étudiés. Tsitakabasia, Kiboy et Tsianaloky qui ont respectivement 791, 949 et 1204 habitants.

II-2-2 L'homme et ses activités

La majorité de la population des trois villages étudiés appartient au groupe ethnique Sakalava. Le reste comprend des immigrants tels que Betsileo, Antandroy, Antesaka, Korao, Vezo et Merina. Ces derniers immigrent dans la région pour des raisons de travail. Parmi les activités de la population, on peut citer :

- L'agriculture

Le riz constitue l'aliment de base de la population puis viennent le manioc, la patate douce et les autres produits forestiers. Le riz est cultivé une fois par an, sur sol alluvionnaire ou « baiboho » et au bord du lac. Les villageois cultivent aussi du maïs, de l'arachide et du manioc sur « hatsake ». La culture de « tsiasisa » est une des activités principales de la population et constitue une grande source de revenu pour chaque famille.

- L'élevage

L'élevage bovin constitue une activité primordiale pour les Sakalava. Une famille peut avoir jusqu'à une cinquantaine de bœufs et plus. Les bœufs servent seulement de signe de richesse. Certaines familles pratiquent aussi de l'élevage de porcs et de volailles.

- La pêche

La pêche est la seconde source de revenu de la région. Elle se fait à l'échelle traditionnelle et ce sont les Merina qui dominent au niveau du marché après la production de « tsiasisa ».

- La chasse

Auparavant, les villageois chassaient les lémuriers tels *Propithecus verreauxi verreauxi* (Sifaka), *Eulemur fulvus rufus* (Gidro), *Lepilemur ruficaudatus* (Boenga), *Tenrec ecaudatus* (Trandraka); les sangliers (*Potamochoerus lavartus*) et certaines espèces d'oiseaux. Mais actuellement, la chasse est devenue rare.

- La récolte du miel

Parmi les trois villages étudiés, Kiboy fait la récolte du miel pendant toute l'année. C'est une des causes de la dégradation de la forêt car il faut abattre l'arbre, dont le diamètre dépasse généralement 10 cm, portant la ruche

- La cueillette

De nombreuses plantes à tubercules sont très recherchées dans la forêt pendant la période de soudure telles que *Tacca pinatifida* (Tavolo), *Discorea* sp. (Oviala). Les villageois prélèvent aussi des plantes médicinales comme *Strychnos musteoides* (Tsivoanoino) et *Psorospermum androsemafolum* (Arongampanihy) pour traiter la fièvre.

- L'exploitation du bois

Les villageois exploitent la forêt pour la construction de leur case, des charrettes, des pirogues et des parcs à bœufs et pour la recherche du bois de chauffe. Toutes les espèces de bois peuvent être exploitées selon le besoin des villageois :

- bois de construction de case : *Dalbergia* sp. (Manary), *Cedrelopsis grevei* (Katrafay), *Commiphora* sp. (Arofy),
- bois de construction de pirogue : *Givotia madagascariensis* (Farafatse), *Commiphora* sp. (Arofy), *Delonix adansonioides* (Refenoky),...
- bois de construction de charrette : *Tetrapterocarpon geayi* (Vaovy), *Commiphora* sp., (Arofy),
- *Brachylaena microphilla* (Varonala)
- bois pour la fabrication de cercueil : *Cordyla madagascariensis* (Tainakanga), *Commiphora* sp. (Arofy)
- bois de chauffe: les pieds morts sont très recherchés notamment ceux de *Dalbergia* sp. (Manary) par exemple.

2- METHODES D'ETUDE

2-1 Lieu de collecte des données

Les enquêtes ont été effectuées dans les trois villages de la commune rurale de Tsimafana qui gèrent des forêts GCF à savoir Tsitakabasia, Kiboy et

Tsianaloky. Elles ont pour but de chercher le maximum d'informations sur l'utilisation et l'exploitation des espèces de bois de la forêt par la population.

2-2 Techniques d'enquête

Nous avons enquêté spécialement les chefs de famille en raison de leur meilleure connaissance des espèces utilisées. Les enquêtes sont menées sous forme de questionnaires. Les questions posées concernent les espèces de bois utilisées pour la construction (case, parc à bœuf, charrette, pirogue, cercueil...) et les autres usages domestiques, la quantité exploitée, et la fréquence de récolte. Pour compléter les informations obtenues auprès des villageois, nous avons essayé de connaître autant que possible les bois qui constituent chaque partie de la case et les autres usages. Les réponses et les informations supplémentaires sont notées au fur et à mesure de l'enquête. Une fiche d'enquête nous a servi seulement de guide mais d'autres questions peuvent survenir au moment de la conversation. Au total, 97 ménages ont été enquêtés dont 35 à Tsitakabasia, 30 à Kiboy et 32 à Tsianaloky.

2 3 Calcul de l'indice d'utilisation

D'après Phillips et Gentry (1993), l'importance de l'utilisation des plantes peut être évaluée à partir de la détermination de l'indice d'utilisation. Cet indice d'utilisation est calculé d'après la formule:

$$UVs = UVis / ns$$

Avec UVs: indice d'utilisation

UVis: nombre total de réponses obtenues

ns: nombre total de personnes enquêtées

Les critères suivants sont choisis pour les espèces utilisées par les villageois :

- indice d'utilisation supérieur à 0,5. La majeure partie des villageois connaît et l'utilise;
 - quantité prélevée et utilisée par chaque ménage;
 - espèce à usage multiple ayant au moins quatre types d'usages;
 - rareté des pieds de l'espèce selon les informations données par les villageois.
- Les espèces qui répondent à ces critères méritent d'être sélectionnées et considérées comme des espèces les plus utilisées par les villageois.

3. RESULTATS

3.1 Utilisation des espèces

Les résultats d'enquêtes nous ont permis de connaître l'utilisation des espèces et les pressions qu'elles subissent. Au total, 79 espèces issues des forêts GCF sont utilisées par les villageois de la région mais nous donnons seulement les 6 six espèces répondant aux critères de sélections. Les pressions sont aussi bien d'origine anthropique qu'écologique. L'exploitation se

fait traditionnellement en utilisant des outils simples comme une hache. Le tableau 1 suivant donne des informations sur les espèces les plus utilisées.

Tableau 1 : Utilisation locale des espèces les plus utilisées

Espèces	Utilisation	Indice d'utilisation
<i>Cedrelopsis grevei</i> (Katrafay)	case, charrette, bois de feu	0,51
<i>Commiphora arafy</i> (Arofy)	case, pirogue, charrette, cercueil	0,77
<i>Dalbergia greveana</i> (Manaritoloho)	case, bois de feu, rabot, pilon	0,75
<i>Givotia madagascariensis</i> (Farafatse)	Pirogue, abreuvoir de zébu	0,05
<i>Gyrocarpus americanus</i> (Mafay)	Pirogue, abreuvoir de zébu	0,02
<i>Tetrapterocarpon geayi</i> (Vaovy)	charrette, case	0,32

3.2 Modalité de prélèvement

Chaque famille a le droit de prélever selon ses besoins une certaine quantité de bois dans la forêt à condition de mentionner dans le permis de coupe le nom et le nombre de bois à prélever moyennant une somme de Ar 500 à Ar 1000 selon le cas. Un garçon à l'âge de se marier ou une fille qui a déjà une possibilité de vivre toute seule peut bâtir sa propre case. Ainsi, au rythme du taux de croissance de la population et leur nombre qui est déjà de 791 habitants pour Tsitakabasia, 949 pour Kiboy et 1204 habitants pour Tsianaloky (Source : Tsimafana, mai 2005), le prélèvement de bois devient inquiétant pour les générations futures. Le nombre de la population ne cesse d'augmenter alors que la forêt devient de plus en plus dégradée. Le prélèvement de bois constituera alors l'un des facteurs de l'épuisement de ces forêts GCF.

3.3 Dimension des bois prélevés

La dimension de bois prélevés varie selon le type d'utilisation.

- Construction de case

Les différentes parties de la case nécessitent des bois dont le diamètre varie de 1 cm à 40 cm et celui-ci peut aller jusqu'à 80 cm pour les planches de la porte ou la toiture des cases en tôle. Pour les poutres (intérieur et extérieur), le diamètre varie de 10 à 20 cm et nécessitent des bois résistant à l'humidité du sol et à l'attaque de certaines fourmis localement connues sous le nom de «Aboaly». De nombreuses espèces ayant ces caractéristiques peuvent être utilisées entre autres *Cedrelopsis grevei* (Katrafay), *Dalbergia greveana* (Manary), *Cedrelopsis microfoliolata* (Mantaora). Par contre, les goélettes qui servent de support pour la terre battue nécessitent de jeunes arbustes ayant un diamètre de 1 cm à 3cm au nombre de 500 à 1800 pieds. Pour les autres

parties de la case comme le toit, n'importe quelle espèce ayant le diamètre voulu peut être utilisée.

- Confection de pirogue

Les bois utilisés pour la fabrication de pirogue sont des bois de gros diamètre, faciles à travailler, légers et résistant à l'attaque de pourriture. Dans ce cas, les plus recherchés sont

Givotia madagascariensis (Farafatse), *Commiphora* sp. (Arofy), *Delonix boiviniana* (Refenoky), *Allenathus greveanus* (Vory) et *Gyrocarpus americanus* (Mafay). Une famille sur 10 possède une pirogue. L'estimation de renouvellement va de 1 à 5 ans.

- Fabrication de charrette

Les espèces de bois les plus utilisées sont ceux qui sont durs, pouvant supporter un poids lourd et résistant à l'attaque des insectes. *Commiphora* sp. est la plus utilisée pour les planches de charrette. Les espèces comme *Cedrelopsis grevei* (Katrafay), *Tetrapterocarpon geayi* (Vaovy), *Cordia varo* (Varonala) sont les plus recherchées pour le brancard et les autres parties. La quantité utilisée est de 5 à 6 pieds d'arbre et le temps de renouvellement est assez long.

- Construction de parc à bœuf

Les espèces utilisées pour la clôture peuvent être utilisées aussi pour la construction des parcs à bœufs. La quantité prélevée varie de 900 à 1500 pieds avec un diamètre compris entre 4 et 15 cm.

- Bois de chauffe

Le bois mort est le plus utilisé. Les villageois préfèrent le bois dur comme *Dalbergia* sp. (FABACEAE) et *Cedrelopsis grevei* (PTAEROXYLACEAE) en raison de leur haute puissance énergétique qui minimise le temps de cuisson et de collecte. En moyenne, un foyer peut consommer 1 à 3 bois de 3m de long et de 10 à 20cm de diamètre par semaine. Une charrette de bois est suffisante pendant trois semaines à un mois pour ceux qui ont ce moyen de transport.

- Autres matériels en bois

Les ustensiles (hache, mèche) et les matériels comme la bêche et le pilon nécessitent des bois comme *Rhopalocarpus lucidus* (Talafoty), *Cedrelopsis grevei* (Katrafay), *Dalbergia* sp. (Manary).

4. RECOMMANDATIONS

Les résultats des enquêtes ethnobotaniques montrent que le nombre de pieds exploités est très élevé. L'exploitation concerne tous les diamètres de bois et si des mesures ne sont pas prises au niveau de cette exploitation, les espèces les plus utilisées disparaîtront progressivement. Pour inciter les villageois à préserver et à protéger la forêt et les espèces animales qu'elle abrite, il faut leur enseigner le rôle que tient la forêt dans la régulation du climat

et la production en ressources ligneuses, leur apprendre aussi que la forêt empêche l'ensablement et le tarissement des lacs. Les champs de culture de la région se trouvent à proximité des lacs. En plus, les points suivants méritent aussi d'être appliqués pour minimiser la quantité de bois utilisé :

- utiliser du ciment pour les bois qui sont en contact direct au sol afin d'éviter la pourriture;
- utiliser du bois de feu autres que *Dalbergia* sp. et *Cedrelopsis grevei*;
- renforcer la surveillance de la forêt pour éviter les exploitations illicites;
- réviser le statut qui régit la forêt pour améliorer l'exploitation.

5. CONCLUSION

Les trois forêts GCF du Menabe central Nord assurent le besoin en bois des villageois de Tsitakabasia, Kiboy et Tsianaloky. Face à la croissance démographique importante de la région et aux multiples usages des espèces ligneuses, la pression anthropique est le principal facteur entraînant l'épuisement de la forêt. Les espèces sont exploitées mais aucune solution n'est envisagée pour le moment sur leur multiplication. L'avenir de ces espèces utilisées devient ainsi inquiétant surtout pour les espèces les plus prisées comme *Cedrelopsis grevei*, *Commiphora arafy*, *Dalbergia greveana*, *Givotia madagascariensis*, *Gyrocarpus americanus* et *Tetrapterocarpon geayi*. Pourtant le transfert en GCF des trois forêts étudiées est une des premiers pas vers la conservation des espèces endémiques menacées dans la région. Beaucoup d'espèces animales et végétales endémiques du Menabe central sont actuellement protégées grâce à l'intervention de Durrell Wildlife Conservation Trust, l'ONG Fanamby et Conservation International. Les villageois se rendent compte actuellement que la gestion rationnelle de la forêt leur bénéficiera d'avantages surtout pour les générations futures.

En vue d'assurer une gestion rationnelle et durable de ces forêts GCF, une étude sur la régénération naturelle de ces espèces les plus utilisées s'avère indispensable, une évaluation de la potentialité de régénération de chaque espèce sera possible. Les facteurs de perturbation de l'habitat seront connus.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Conservation International, 2001.** Les premiers pas de la Gestion Cotractualisée des Forêts à Madagascar. Antananarivo. 112p.
- Goodman, S., 2000.** Recherche en forêt dense sèche, forêt de Kirindy et de région de Morondava. Article 2è version. 14p.
- Langrand, O., 1990.** Guide des oiseaux de Madagascar. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel. Paris. 415p.
- Phillips, O.L.S., Gentry, A., 1993.** The useful plants of Tambopata. Peru., I, Statistical hypothesis test with a new quantitative technique. *Economy Botany* 47(1).
- Rajaonarivelo, N., 2004.** Caractéristion écologique des habitats de *Hypogeomys antimena* et détermination des facteurs prépondérants à sa distribution dans le complexe forestier de Menabe. Mém de DEA. Ecologie végétale. Université d'Antananarivo. 72p.
- Ranjevasoa, B. N., 2003.** Etude de quelques espèces menacées de la forêt classée de Kirindy Nord en vue de leur conservation. Mém DEA. Ecologie végétale. Université d'Antananarivo. 99p.
- Ravololonanahary, H., 1996.** Approvisionnement en bois de palétuvier du firaisana de Morondava. Mém. DEA. Ecologie Végétale. Faculté des Sciences. Antananarivo.
- SORG, J.P., 1986.** Noms vernaculaires et scientifiques (Région de Morondava et espèces ligneuses principalement). CFPF Morondava. 6p.
- UICN / PNUE / WWF, 1990.** Madagascar Profil de l'environnement. UICN. Royaume-Uni. 439p.

ETHNOBOTANIQUE ET ECOLOGIE DES PLANTES ARTISANALES FORESTIERES DU SUD-EST DE MADAGASCAR

Nivo RAHARISON, Vololoniaina JEANNODA.

*B.P. 906. Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences, Université
d'Antananarivo.*

RESUME

Le présent travail a pour objectif de fournir des données de base permettant d'élaborer et d'améliorer les programmes de conservation et de gestion des ressources artisanales en vue d'une perspective de développement durable de la région (Sud-est de Madagascar). 33 espèces ont été inventoriées comme plantes artisanales dans cette région dont 27 espèces forestières et 6 espèces marécageuses. L'étude ethnobotanique et socio-économique donne des informations relatives à l'utilisation des produits forestiers en artisanat, leur exploitation et leur apport économique. L'étude écologique fournit des données sur la distribution, la disponibilité, les préférences écologiques, la régénération naturelle et les statuts écologiques des espèces les plus utilisées en artisanat. Enfin, des recommandations sont proposées pour une gestion durable et rationnelle des ressources artisanales. Dans la région du Sud-Est de Madagascar, l'artisanat basé sur l'utilisation des espèces forestières constitue une importante source de revenu malgré leur faible potentialité écologique.

Mots clés : plantes artisanales, ethnobotanique, écologie, régénération, statut écologique, Manombo

1. INTRODUCTION

A Madagascar, l'artisanat contribue à l'économie à hauteur de 30% du Produit Intérieur Brut et occupe près de 30% de la population active d'après les estimations officielles (Fanjanarivo, 1998).

Dans la région du Sud-Est de Madagascar, les conditions de vie de la population sont difficiles à cause de l'insuffisance de production et du revenu, l'absence d'encadrement au niveau des paysans et le niveau de vie assez bas. Pour suppléer à la diminution de leur pouvoir d'achat, la plupart d'entre elles s'adonne à l'activité artisanale.

L'artisanat constitue une source de revenu non négligeable pour la population locale dans cette région. La présence de la forêt littorale et de la forêt dense humide sempervirente encore exploitables représente l'un des supports de l'artisanat. Il s'agit d'un secteur largement tributaire de l'Environnement et du maintien de son intégrité pour qu'il puisse se développer de façon durable. Pourtant actuellement, la dégradation de l'environnement en particulier celle de la forêt, constitue un souci majeur tant dans les pays en voie de développement que dans les pays développés. De ce fait une meilleure connaissance du fonctionnement des écosystèmes de prédilection des plantes artisanales, de leurs composantes biologiques et en particulier des relations qui

peuvent exister entre les plantes artisanales et les facteurs du milieu s'avère nécessaire.

Ainsi cette étude entre dans le cadre du programme Régional Environnement de la Commission de l'Océan Indien ou PRE/COI en vue de la gestion intégrée des zones côtières permettant d'assurer la durabilité des ressources et des activités qui leur sont liées.

Cette étude a été entreprise dans la zone côtière Sud-Est de Madagascar (Manakara, Vohipeno, Farafangana, Manombo). Les travaux concernent :

- l'inventaire des plantes artisanales du Sud-Est de Madagascar,
- leur utilisation, leur exploitation et leur importance économique,
- étude morphologique des espèces forestières les plus utilisées et leur potentialité écologique,
- mesures d'accompagnement dans la gestion de ces ressources.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Etude ethnobotanique et socio-économique

Des enquêtes ont été effectuées afin d'établir la liste des produits fabriqués et plantes utilisées en artisanat dans la région du Sud-Est de Madagascar ainsi que pour déterminer leur apport économique.

Les enquêtes ont été faites sous forme de questionnaires préalablement établies et variables selon les individus interrogés (artisans, commerçants, exploitants forestiers).

2.2. Etude morphologique

L'étude morphologique concerne l'observation des caractères macroscopiques des organes aériens de chaque espèce à partir de l'observation des pieds adultes pris dans le milieu naturel. Ces observations sur terrain sont complétées par des études bibliographiques (Perrier de la bathie, 1952, Direction des Eaux et Forêt, 1996).

2.3. Etude écologique

L'étude écologique a pour objectif de dégager les potentialités en espèces artisanales du milieu. Cette étude est basée sur des relevés écologiques. Le choix des sites d'études répond aux critères d'homogénéité (homogénéité physiologique, uniformité des conditions écologiques apparentes, homogénéité de la composition floristique) et la présence de l'espèce étudiée.

- Technique de relevé

Deux méthodes ont été adoptées pour les relevés écologiques : la méthode du transect du duvigneaud (1946) et celle du plateau de BRAUN-Blanquet (1924).

Le transect a été effectué dans chaque site pour déterminer la distribution des espèces. Il comporte un relevé linéaire subdivisé en carrés contigus de 5m de côté.

Le plateau permet de déterminer la disponibilité et le potentiel de régénération de l'espèce ciblée. Il est formé par un rectangle de 200m² (10m x 20m) subdivisé en placette de 5mx5m chacune.

Dans chaque placette, nous avons noté dans une fiche de relevé : la date, la localité, l'orientation du relevé, l'abondance numérique (individus adultes et individus de régénération), le diamètre à la hauteur de poitrine de l'espèce étudiée et les espèces associées.

- Etude du sol

Une étude pédologique a été effectuée. L'objectif est d'apprécier l'influence des facteurs pédologiques sur la distribution des espèces étudiées pour expliquer leurs préférences écologiques. Pour cela des fosses pédologiques ont été effectuées. Dans chaque fosse, la couleur de chaque horizon, l'épaisseur de la litière et les différents horizons, la répartition des racines, la présence des cailloux ont été notées. Des échantillons de sol ont été prélevés et analysés au laboratoire de Pédologie de FOFIFA à Tsimbazaza (Granulométrie, Teneur en matières organiques, rapport C/N et pH du sol).

- Régénération

Le taux de régénération est donné par le rapport entre le nombre des individus de régénérations et le nombre de semenciers. D'après ROTHE (1964), le taux de régénération supérieur à 100% indique la possibilité de renouvellement de l'espèce.

- Profils écologiques

Les profils écologiques sont des diagrammes de fréquence d'une espèce en fonction de la classe ou du segment d'un facteur (Gounot, 1969). L'analyse des profils écologiques donne des informations sur les conditions optimales ou néfastes au développement de chaque espèce, c'est-à-dire ses préférences écologiques.

- Statuts écologiques

L'évaluation du statut écologique est basée sur les parties de la plante utilisées, le degré d'exploitation, la quantité disponible pour l'exploitation, l'aire de distribution géographique, la capacité de régénération et la croissance. Les

différentes catégories du statut de l'espèce sont tirées du RED DATA BOOK (IUCN, 2006).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Etudes ethnobotanique et socio-économique

- Inventaire des plantes utilisées en artisanat

Trente trois (33) espèces ont été inventoriées dans le Sud-est de Madagascar dont 27 espèces forestières et 6 marécageuses. Les espèces forestières appartiennent à 22 genres et 20 familles. La famille des Ebenaceae et Fabaceae sont les plus représentées. 59,25% de ces espèces sont endémiques.

Le tableau1 montre la liste des plantes utilisées en artisanat dans le Sud-Est de Madagascar.

Tableau 1 : liste des plantes utilisées en artisanat dans le Sud-Est de Madagascar.

Noms scientifiques	Famille	Noms vernaculaires	Origine	Endémisme
<i>Dalbergia baroni</i>	FABACEAE	Palissandre	1	Endémique
<i>Dalbergia louvelii</i>	FABACEAE	Bois de rose	1	Endémique
<i>Dalbergia maritima</i>	FABACEAE	Bois de rose	1	Endémique
<i>Diospyros acutiflora</i>	EBENACEAE	Hazomainty	1	Endémique
<i>Diospyros gracilipes</i>	EBENACEAE	Hazomainty	1	Endémique
<i>Diospyros miriophylla</i>	EBENACEAE	Hazomainty	1	Endémique
<i>Diospyros toxicaria</i>	EBENACEAE	Hazomainty	1	Endémique
<i>Daïs glaucescens</i>	THYMELIACEAE	Avoha	2	-
<i>Canarium madagascariensis</i>	BURSERACEAE	Tsiramy	1	Endémique
<i>Calophyllum douhardii</i>		Vitano	1	-
<i>Hibiscus lasiococcus</i>	GUTTIFERAE	Alapo	1	-
<i>Humbertia</i>	MALVACEAE	Fantsinakoho	1	Endémique
<i>madagascariensis</i>	CONVOLVULACEAE	Varongy	1	Endémique
<i>Ocotea macrocarpa</i>		Varongy	1	Endémique
<i>Ocotea platydisca</i>	LAURACEAE	Valitra	1	-
<i>Pachytrope obovata</i>	LAURACEAE	Sanira	1	-
<i>Tina sp</i>	MORACEAE	Nato	1	Endémique
<i>Mammea madagascariensis</i>	SAPINDACEAE	Vantsila	1	Endémique
<i>Cuphocarpus aculeatus</i>	SAPOTACEAE	Rotra	1	Tropicale
<i>Eugenia jambos</i>	ARALIACEAE	Rotra	1	-
<i>Eugenia sp</i>	MYRTACEAE	Manga	1	Malaya
<i>Mangifera indica</i>	MYRTACEAE	Lalona	1	-
<i>Weinmannia hildebrandtii</i>	ANACARDIACEAE	Lalona	1	-
<i>Weinmannia multiflora</i>	CUNONIACEAE	-	1, 2, 3	Endémique
<i>Ravenala madagascariensis</i>	CUNONIACEAE	Vahampiky	1	-
<i>Flagellaria indica</i>	STRELITZIACEAE	Ravinala	3	Tropicale
<i>Pandanus rollotii</i>	FLAGELLARIACEAE	-	1, 3	-
<i>Pandanus vandamii</i>	PANDANACEAE	Dara	1	-
<i>Phoenix sp</i>	PANDANACEAE	-	1	-
<i>Ravenea lakatra</i>	PALMAE	Rambo	3	Endémique
<i>Cyperus latifolius</i>	ARECACEAE	Herana	3	Asie-Océanie
<i>Eleocharis equisetina</i>	CYPERACEAE	Harefo	3	Paléotropicale
<i>Eleocharis plantaginea</i>	CYPERACEAE			

1: Forêt sur sol ferrallitique; 2: Forêt littorale; 3: Marécage

- Utilisation des espèces forestières et leur exploitation

Le bois est la principale partie de la plante utilisée pour la confection de divers articles artisanaux. Les feuilles et l'écorce sont aussi recherchées mais en quantité réduite.

Généralement, dans la région du Sud-Est de Madagascar, les artisans vont prélever eux même les produits dont ils ont besoin dans les forêts intactes et moyennement dégradées. Ils le font de façon illicite et ne respectent pas les normes établies par la Direction des Eaux et Forêt en ce qui concerne la hauteur de coupe et le diamètre d'exploitabilité. D'après les artisans, les bois de rose (*Dalbergia*) et les bois d'ébène (*Diospyros*) sont difficiles à se procurer, ceci est dû à la surexploitation de ces espèces pratiquée à Manombo par les exploitants professionnels et la population rurale. La période de récolte dépend des quantités prélevées, de la disponibilité des ressources et elle se fait toute l'année sauf les espèces utilisées pour la fabrication des pirogues qui ne sont abattues qu'occasionnellement.

Les quantités des matières utilisées ou prélevées par les artisans varient suivant les commandes ou les produits vendus. La coupe sélective effectuée par les artisans ne constitue qu'une faible proportion de l'exploitation forestière dans la région mais l'exploitation en vue de la commercialisation en bois d'œuvre entraîne la disparition des plantes artisanales.

- Importance socio-économique

Bien que l'économie de la région repose essentiellement sur l'agriculture, la pêche, l'élevage, l'activité artisanale basée sur l'utilisation des espèces forestières apportent des revenus non négligeables et parfois importants pour certaines familles.

Les artisans peuvent utiliser l'argent gagné pour d'autres activités (élevage, culture), ce qui veut dire que cette activité constitue une importante source de revenu et peut apporter une amélioration nette du niveau de vie des artisans.

Dans la région du sud-est de Madagascar, les produits artisanaux fabriqués à partir des espèces forestières ne sont pas aussi célèbres que ceux confectionnés à partir des plantes de marécage mais rapportent beaucoup plus d'argent.

Ainsi, même à petite échelle, l'artisanat basé sur l'utilisation des plantes forestières joue un rôle important dans l'économie familiale des artisans.

ETUDE ECOLOGIQUE

Huit espèces ont été sélectionnées pour l'étude écologique : *Dalbergia baroni* Baker, *Dalbergia louvelii* R. Viguier, *Dalbergia maritima* R. Viguier,

Diospyros acutiflora Capuron, *Diospyris gracilipes* Hiern, *Diospyros miryophylla* H.Perr, *Diospyros toxicaria* Hiern, *Humbertia madagascariensis*.

Dans le sud-est de Madagascar, la Réserve Spéciale de Manombo abrite encore de vestige de forêts littorales, alors l'étude de ces espèces sélectionnées a été effectuée dans cette réserve.

- Description morphologique

Le tableau 2 résume les caractéristiques morphologiques des plantes artisanales d'après nos descriptions complétées par des études bibliographiques.

- Caractérisation des sites d'étude

Cinq sites (Anaviavy, Bemelo, Vohitromby, Soakalakala, Ambonanabo) ont été choisis à cause de la présence de l'espèce étudiée. Ces sites sont tous localisés dans la parcelle1 de la Réserve Spéciale de Manombo. Ils sont caractérisés par des forêts primaires, forêts écrémées et secondaires sur sols argileux, argilo-sableux, sablo-argileux, sableux.

- Distribution des espèces

Dans tous les sites d'étude, *Dalbergia baroni* est très rare et très éparpillé. *Dalbergia louvelii* et *Dalbergia maritima* sont localisées dans les milieux humides.

Diospyros acutiflora, *Diospyros myriophylla*, *Diospyros toxicaria* sont pratiquement répartis dans tous les sites d'étude. *Diospyros gracilipes* est absent à Bemelo et à Vohitromby.

Humbertia madagacariensis a été rencontré seulement à Vohitromby à cause de son exigence écologique.

Tableau 2 : Récapitulation des caractères morphologiques des plantes sélectionnées de la forêt de Manombo

Fleur	Espèce	Famille	Port	Ecorce	Feuille	Fruit
Hermaphrodite	<i>Dalbergia baroni</i>	FABACEAE	Arbre de 15 à 25m	Minces, crevassée	Composée, folioles oblongues	Gousse
Hermaphrodite	<i>Dalbergia louvelii</i>	FABACEAE	Arbre de 6 à 8m	Mince, lisse	Composée, folioles elliptiques, velues	Gousse
Hermaphrodite	<i>Dalbergia maritima</i>	FABACEAE	Arbre de 8 à 12m	Mince, lisse	Composée, folioles arrondies, glabres	Gousse
Unisexué	<i>Diospyros acutiflora</i>	EBENACEAE	Arbre de 12m	Mince, rugueuse	Simple, alterne, acuminée	Baie, oblongue,

						apiculé
Unisexué, calice à lobe manifeste	<i>Diospyros gracilipes</i>	EBENACEAE	Arbre de 6m à 15m	Mince, rugueuse	Simple, alterne, acuminée, ondulée sur les bords	Baie, oblongue, apiculé
Unisexué, calice ouvert sur le bouton	<i>Diospyros myriophylla</i>	EBENACEAE	Arbre de 15m	Mince, rugueuse	Simple, alterne, limbes variables	Baie sphérique
Unisexué, calice clos	<i>Diospyros toxicaria</i>	EBENACEAE	Arbre ou Arbuste	Mince, rugueuse	Simple, alterne, atténuées en pointe	Baie, petite, ovoïde
Hermaphrodite	<i>Humbertia madagascariensis</i>	CONVOLVU - LACEAE	Grand arbre de 25 à 30m	Mince, craquelée	Simple, alterne	Baie

- Disponibilité des ressources

La disponibilité des ressources est estimée à partir de la densité relative des espèces et du volume exploitable.

Dans tous les sites d'études, les espèces de *Dalbergia* sont généralement rares. Leur densité et les volumes exploitables sont relativement bas. Donc le stock est faible même dans la formation mieux conservée.

Les espèces de *Diospyros* sont assez nombreuses mais elles sont représentées surtout par des jeunes individus. Ceci peut être expliqué par l'effet de l'exploitation.

Humbertia madagascariensis se trouve uniquement dans le site Vohitromby, elle n'est pas fréquente mais elle peut fournir une quantité de bois importante.

- Préférences écologiques

La distribution des espèces dépend des facteurs du milieu qu'ils soient biotiques ou abiotiques. Les différents facteurs suivants ont été pris en comptes : le degré d'artificialisation de la formation végétale, la position topographique, l'exposition, la texture du sol, le rapport C/N.

Le tableau 3 montre la synthèse du profil écologique.

- Régénération naturelle

Le taux de régénération des huit espèces étudiées varie d'une espèce à l'autre et d'un site à l'autre. Les renouvellements des espèces de *Dalbergia* sont difficiles alors que les espèces de *Diospyros* et *Humbertia madagascariensis* régénèrent bien.

La rareté des semenciers, l'exigence écologique de l'espèce, le degré de perturbation limitent la régénération de ces espèces.

Tableau 3 : Synthèse du profil écologique

Espèces	Conditions favorables au développement de l'espèce	Efficacité des descripteurs à la répartition de l'espèce
<i>Dalbergia baroni</i>	Forêt intacte, bas-versant, exposé à l'ouest, sol argileux, C/N 8 à 12	Xxx : TX X : TP, C/N, EX, DA
<i>Dalbergia louvelii</i>	Forêt intacte, bas-versant, exposé à l'ouest, sol argileux, C/N 8 à 12	Xxx : TX, TP Xx : C/N X:EX, DA
<i>Dalbergia maritima</i>	Forêt intacte, bas-versant, exposé à l'ouest, sol argileux, C/N 8 à 12	Xx : C/N X : TX, TP, EX, DA
<i>Diospyros acutiflora</i>	Forêt écrémée, bas-versant, exposée à l'est, sol argileux, C/N 8 à 12	Xxx : TX Xx : C/N X : TP, EX, DA
<i>Diospyros gracilipes</i>	Forêt intacte, mi-versant, exposé à l'est, sol argileux, C/N 8 à 12	Xxx : TX Xx : TP, C/N, EX, DA
<i>Diospyros miriophylla</i>	Forêt intacte, mi-versant, exposé à l'ouest, sol argileux, C/N 8 à 12	X : TX, C/N, TP, EX, DA
<i>Diospyros toxicaria</i>	Forêt écrémée, exposé à l'ouest, sol argileux, C/N 8 à 12	X : TX, C/N, TP, EX, DA
<i>Humbertia madagascariensis</i>	Forêt écrémée, terrain plat, sol sableux, C/N < 8	Xxx : TX X : TP, C/N, EX, DA

TX : texture du sol, TP : topographie, EX : exposition, DA : Degré d'artificialisation de la formation

Xxx : descripteurs les plus efficaces, Xx : descripteurs peu efficaces, X : descripteurs non efficaces

- Statuts écologiques des espèces étudiées

De tous ces résultats découlent les statuts écologiques des espèces étudiées, d'après la classification du RED DATA BOOK.

Dalbergia baroni est menacée de disparition, *Dalbergia louvelii*, *Dalbergia maritima* sont en voie de disparition dans la zone d'étude (EN).

Diospyros acutiflora, *Diospyros gracilipes*, *Diospyros myriophylla* sont vulnérables ; *Diospyros toxicaria* est menacé de disparition (EN).

Humbertia madagascariensis est une espèce rare, en voie de disparition (EN).

4. CONCLUSION

L'artisanat constitue une importante source de revenu pour les artisans et contribue à l'amélioration de leur condition de vie. Pourtant le mode d'exploitation de leurs matières premières est destructif, ce qui menace la

survie des plantes et entraîne l'impossibilité de développement durable du secteur artisanal au même titre que les autres activités qui s'appuient sur l'écosystème forestier.

33 plantes artisanales ont été recensées dans le sud-Est de Madagascar dont 8 espèces forestières ; les plus utilisées ont été sélectionnées pour l'étude biologique et écologique.

En ce qui concerne la phytoécologie des espèces étudiées, elles poussent généralement dans la forêt dense humide sempervirente de basse altitude et se développent dans les formations bien conservées bénéficiant d'un sol humifié. Seul *Humbertia madagascariensis* exige un terrain plat, sableux. On assiste actuellement à une raréfaction des ressources artisanales due à la fois au prélèvement non contrôlé des populations, au passage du feu, et à l'exigence écologique de l'espèce. Pour toutes les espèces étudiées, le stock disponible est très limité, leur vitesse de croissance est lente et ne permettent pas le remplacement des pieds adultes exploitables.

Des mesures doivent être prises pour une gestion durable et rationnelle des ressources artisanales.

Il est recommandé de valoriser les produits artisanaux, d'autoriser les artisans locaux à prélever de façon très sélective leur matière première en leur donnant des permis de coupe sur des essences bien définies, à des moments précis et sur des lieux bien déterminés.

L'exploitation doit être soumise à une réglementation rigoureuse et précise, afin d'éviter la destruction du milieu forestier, et garder en bon état les habitats des espèces artisanales (entretien après exploitation, soin à la régénération).

REMERCIEMENTS

Nos vifs remerciements au Projet Programme Régional Environnement de la Commission de l'Océan Indien (PRE/COI) et à tous ceux qui nous ont aidés à élaborer cet ouvrage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Braun Blanquet, J., 1964.** La phytosociologie, 3^e édition, Springer, VIENNE, 865p.
- Direction des Eaux et Forêts, 1996.** Inventaire écologique forestier nationale, Recueil botanique de 200 espèces forestières. Ministère de l'agriculture et de développement, DFS Deutsche, Fort Service Rural Mamokatra, FTM.
- Fanjanarivo, S., 1998.** Artisanat : les groupements spécialisés sont les plus efficaces, DMC (Dans les Média de Demain), 12^e année, n° 566, pp19 – 20).

Rothe, P.L., 1964. Régénération naturelle en forêt tropicale. Le *Dipterocarpus dreyi* sur le versant Cambodgien du Golf de Sian, Bois et forêts des tropiques de Madagascar, pp386 – 397.

Perrier de la Bathie, 1952. Flore de Madagascar et des Comores 165 F. EBENACEAE. Typographie Firmin Didot, Compagnie, 137p.

QUELQUES REFLEXIONS SUR UNE PLANTE EXTRAORDINAIRE, ENDEMIQUE DE MADAGASCAR : *Harungana madagascariensis* Lam. Ex-Poir.

Isabelle RATSIMALA RAMONTA

*B.P.906. Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences, Université
d'Antananarivo.*

RESUME

Harungana madagascariensis (Clusiaceae) connu sous le nom de harungana, dity, fohatra est un arbuste de 4-5 m de haut à latex de couleur rouge. L'écorce lamelleuse laisse sortir une sève rouge orangé comme le sang, c'est l'oléorésine. Depuis le XVIème siècle, on pensait que cette couleur pourrait indiquer que cette plante pouvait guérir les maladies du sang, théorie de la « signature de la nature ». Ainsi l'extrait de feuilles d' *Harungana madagascariensis*, contenant un pigment rouge, la madagascarine, aurait des propriétés hémostatiques et cicatrisantes, en particulier anti-ulcéreux. Outre ses autres utilisations thérapeutiques en médecine traditionnelle et les infusions ou décoctions de la plante ayant montré des effets bénéfiques pour le bien-être de l'Homme (écorce de tige, écorces de racines, baies), *Harungana madagascariensis* sert de teinture pour le raphia et les rabanes, mais aussi comme plante du destin astrologique Alahamady et comme plante magique (« ody kabaritsimisy »=potion qui ne réclame pas de réponse).

Mots clés : *Harungana madagascariensis*, endémique de madagascar, plante médicinale.

1. INTRODUCTION

Harungana madagascariensis est un arbuste de la famille des Clusiaceae, pouvant atteindre dix mètres de haut, avec un latex de couleur rouge, poussant en Afrique orientale et à Madagascar et dont les feuilles et les fleurs sont utilisées par la population locale pour traiter certaines affections. A Madagascar, elle est largement distribuée sur l'ensemble de la forêt sempervirente humide et sub-humide ainsi que dans les zones humides au sein de la forêt décidue sèche. C'est une espèce indicatrice de savane.

Encore appelée *Harunga madagascariensis* Choisy ou *Harunga paniculata* Pers., elle présente plusieurs noms vernaculaires suivant les régions : arongana (betsim., taim), dity, fohatra (mer, betsi.), fohatse (betsil), haringana (bezan), haronga (betsim), harongabato (betsil), harongampanihy, harongana (mer, bezan), marovavy (tanosy), miangaroka (tanosy).

Cet arbre d'apparence simple, offre à l'environnement une couleur rougeâtre qui fait penser à la couleur du sang. Cette analogie de couleur est une « signature de la nature » qui nous rapproche de son effet thérapeutique en rapport avec le sang. Sa tige rougeâtre, son écorce crevassée en fuseaux, tous les organes sont couverts de petits poils étoilés roux ferrugineux, de même

que les feuilles qui portent des points glanduleux pellucides, persistantes et mouchetées de noir, de couleur rouille-ferrugineux caractéristique et stellé dessous, de couleur vert foncé sur le dessus et recouvertes d'un duvet brun-rouge sur le dessous. Les feuilles sont oblongues à elliptiques. Son inflorescence à grappes de fleurs rouille ou en cymes corymbiformes avec un mince suc résineux de couleur rouge-orange claire présente des fleurs nombreuses, parfumées avec des pétales blancs. Son fruit est une drupe renfermant quatre graines (Pernet, R., 1957 ; Debray, M., H. Jacquemin et R. Razafindrambao, 1971).

UTILISATIONS ETHNOMEDICALES

La plante jouit d'une grande utilisation en médecine traditionnelle malgache. Elle fournit une gomme résine appelée *menakarongana* qui sert à préparer des onguents contre la gale et les maladies de la peau. Toutes les parties de la plante sont utilisées en décoction contre les diarrhées sanglantes et la dysenterie. Les feuilles fraîches pilées sont aussi utilisées en cataplasme pour tuer les sarcoptes de la gale. La décoction des feuilles ou des écorces sert à traiter la jaunisse et l'ictère ; elle est aussi réputée fébrifuge, emménagogue, anti-catarrhales, détersives, antigonorrhéïques (Descheemaeker, A., 1979). L'infusion des feuilles en lavage ou la sève en instillation servent à traiter les maux des yeux et les plaies. Seule ou en mélange avec d'autres plantes, l'*Harongana* est utilisée contre l'albumine. L'infusion des feuilles passe pour être anti-asthmatique et antitussive. La décoction des **écorces** de tige est utilisée, quelquefois en mélange avec *Centella asiatica*, pour traiter les ulcères digestifs, l'épigastralgie et les hémorragies digestives. Pour les hémorroïdes, un bain chaud d'écorce pilée de tige et de feuilles d'*Harongana* est utilisé avec application sur la partie malade du suc qui coule par incision du tronc de l'arbre. Les extraits des écorces de tige et de feuilles stimulent les fonctions digestives et la sécrétion biliaire et sont utilisés pour traiter les flatulences.



Photo 1 : *Harungana madagascariensis* (Clusiaceae) photographié à Ambohimangakely : Feuilles et inflorescence

CONSTITUANTS CHIMIQUES

Les anthronoïdes représentent les constituants importants des **écorces** de tiges et des **feuilles** de *Harungana madagascariensis* (Ritchie, E., Taylor W. G. 1964 ; Buckley, D. G., Ritchie E., Taylor W. G., Young L. M., 1972 ; Inuma, M., Tosa H., Ito T., Tanaka T., Aqil M. 1995 ; Kouam S. F., Ngadjui B. T., Krohn K., Wafo P., Ajaz A., Choudhary M. I, 2005 ; ALpha-glucosidase Inhibitory anthranols, kenganthranols A-C., from the stem bark of *Harungana madagascariensis*).

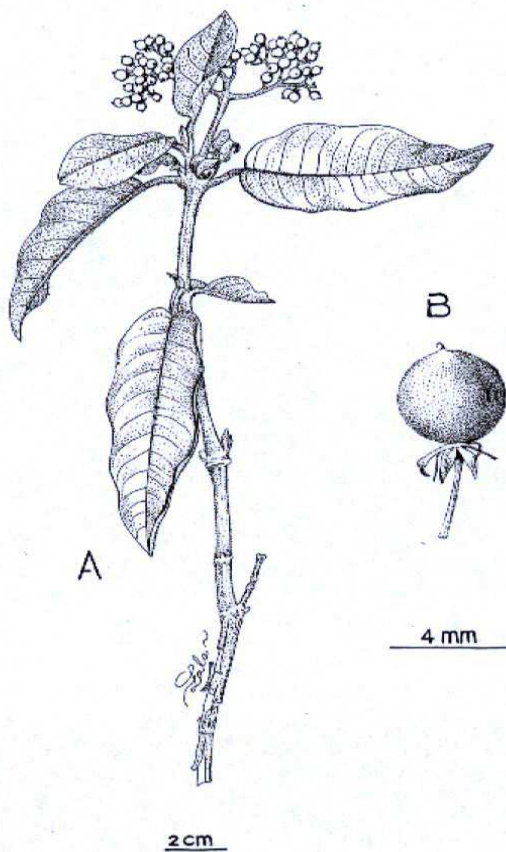
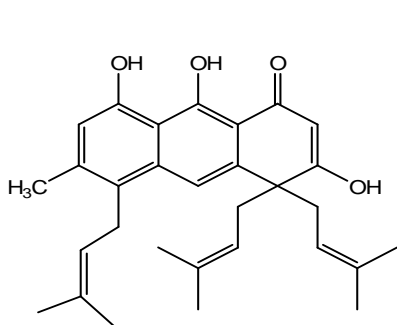
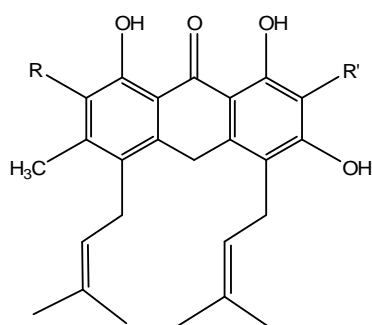


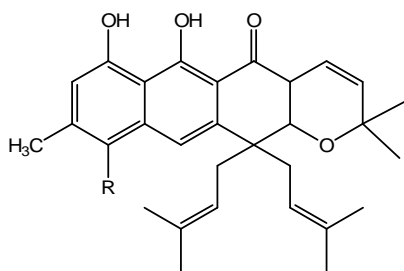
Figure 1: *Harungana madagascariensis* (Clusiaceae) :
A. rameau florifère, B. fruit



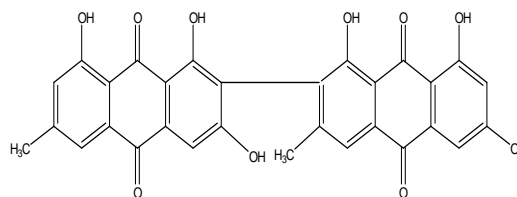
Harunganine
(Inman W. D., Luo J., 1998)



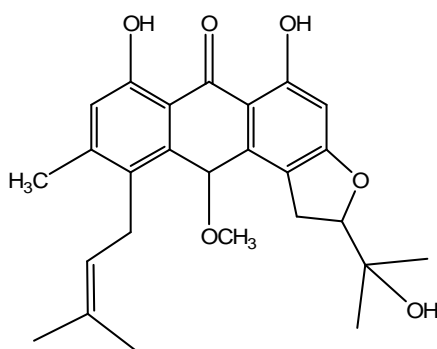
Harungine anthrone (R=R'=H)
(R=R'= prenyl)



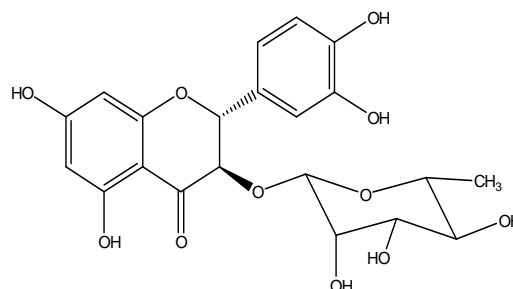
Harunmadagascarin A (R= H)
Harunmadagascarin B (R= prenyl)



Madagascarine
(Buckley, D. G., E. Ritchie, W. G.
Taylor, L. M Young., 1972)



Kenganthranol C



Astilbine
(Moulari, B. and al., 2006)

Figure 2 : Quelques structures chimiques sont représentées ici :

Un flavanone glycoside dénommé astilbine a été isolé des **feuilles** (Moulari, B., Pellequer Y., Lboutoune H., Girard C., Chaumont J. P., Millet J., Muyard F., 2006)

La présence d'autres pigments (madagascine, madagascine anthrone, euxanthone, 1,7-dihydroxyxanthone, vismiaquinone, aloe-emodin ω-acetate, acide chrysophanique, physcion), des triterpénoïdes (acide bétulinique, friedeline, lupeol, □-sitosterol) et des composés phénoliques (quercetin, épicatechines, proanthocyanidines, acide gallique, acide protocatéchique, acide paracoumarique, procyanidine) a été aussi rapportée (Baldi, A., Gehrman B., Romani, A., Vincieri, F. F., 1992 ; Moulari, B., Y.Pellequer, H.Lboutoune, C.Girard, J. P.Chaumont, J. Millet, F.Muyard, 2006).

L'analyse chimique des feuilles donne la composition suivante : K (1,093%), Ca (1,002%), Mn (630ppm), Fe (115ppm), Cu (72ppm), Zn (216ppm), Br (16ppm), Rb (99pm) et Sr (61ppm).

ACTIVITES BIOLOGIQUES

L'harungamadagascarin A et B, l'harunganol B ainsi que l'harungine anthrone ont des propriétés anti-oxydantes. Les **écorces** de tige possèdent des

activités antiambiennes et spasmolytiques. Les feuilles ont des propriétés antimicrobiennes (effets bactériostatique sur des souches gram⁻ et bactéricide sur une souche gram⁺ *Staphylococcus aureus*) et l'astilbine a été rapportée comme étant un des principes actifs (Kemeny, T., 1971). L'harunganine ainsi que l'extrait des écorces de racines possèdent une activité antidiabétique. Les écorces de tiges et les feuilles ont des activités anti-VIH *in vitro* (Nwodo, O. F. C., 1989). L'extrait de *Harongana* possède des effets hépato-protecteurs. L'extrait méthanol-eau a été testé pour ses effets anti-inflammatoires en utilisant la méthode à la carragénine. L'inhibition complète à la dose de 150-200 mg/kg était considérée significative (Raharimiandra, A. S., 1994).

DONNEES TOXICOLOGIQUES

La toxicité aiguë a été évaluée avec la méthode de Dietrich. L'extrait aqueux a donné une DL₅₀ de 846,3 ± 6,5 mg/kg (Akah, P. A., 1994). Des études antérieures ont montré l'absence de toxicité évidente jusqu'à la dose de 300 mg/kg (Vorberg, G., 1972). L'extrait des **écorces** de tige provoque une augmentation du sérum alanine et de l'aminotransférase aspartique du foie et des reins (Olagunju, J. A., Oladunni, S. O., Oladimeji, M. S., 2000).

DONNEES CLINIQUES

Un phytomédicament antiulcéreux dénommé Teinture H-10 a été mis au point à partir des **feuilles**, et testé cliniquement en association avec la priamide et le diaspamyl 5 (Randrianjohany, E., Rakotomalala, R. 1984). Une variante du phytomédicament dénommée Teinture H5 a été testée cliniquement sur des lésions cutanées par infections bactériennes et mycosiques (Razafintsalama, C., 1984).

AUTRES UTILISATIONS TRADITIONNELLES

A Madagascar, la teinture rouge ou *pelakarongana* sert à teindre le raphia et les rabanes. Outre la fabrication de liqueur à partir des fruits fermentés, la baie est aussi transformée en confiture qui est riche en vitamine C. Le bois dur et noueux de l'*harongana* est utilisé en menuiserie et en construction, pour la fabrication d'instruments de musique. A part son rôle comme plante du destin astrologique *Alahomaly* (bélier), le *Harungana madagascariensis* est vraiment connu comme plante magique car il entre dans la composition de l'« ody kabari-tsimisy » (Ramisiray, G., 1901). Enfin, le *harongana* est utilisé dans le domaine vétérinaire contre la diarrhée des bœufs (Dandouau A., 1922).

En Afrique, la résine d'*harongana* est utilisée pour fixer les têtes des flèches.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Akah, P. A., 1994**, Abortifacient activity of some Nigerian medicinal plants. *Phytother. Res.*, 8, 106-108.
- ALpha-glucosidase Inhibitory anthranols, kenganthranols A-C., from the stem bark of *Harungana madagascariensis*, *J. Nat. Prod.*, 69, 229-233.
- Baldi, A., B. Gehrman, A. Romani, F. Vincieri, 1992**, Polyphenols from *Harungana madagascariensis*. *Planta. Med.* 58, (Supplement issue 1), A691.
- Buckley, D. G., E. Ritchie, W. G. Taylor, L. M Young., 1972** Madagascarin, a new pigment from the leaves of *Harungana madagascariensis*, *Austr. J. Chem.*, 25, 843-855.
- Dandouau, A., 1922**, Ody et Fanafody (charmes et remèdes) : Pharmacopée Sakalava et Tsimihety, *Revue d'Ethnographie et de Traditions Populaires*.
- Debray, M., H. Jacquemin et R. Razafindrmbao, 1971**, Contribution à l'inventaire des plantes médicinales de Madagascar : Sud-Ouest, Côte Est, Hauts-Plateaux, Documents ORSTOM.
- Descheemaeker, A., 1979**, Ravimaitso, 2^{ème} stimulation action of Harongan on the digestive organs, *Deutsches Medizinisches Journal*, 16, 595-597.
- Heinitz, M., 1964**, Effect of harongana on the digestive organs, *Therapie der Gegenwart*, 103, 1014-1019.
- Iinuma, M., H. Tosa., T. Ito, T. Tanaka, M. Aqil, 1995**, Two prenylated anthrones in *Harungana madagascariensis*, *Phytochemistry*, 40, 267-270.
- Inman, W. D., J. Luo, 1998**, Hypoglycemic agents from *Harungana* or *Vismia* spp., Patent No WO9825639, .Shaman Pharmaceuticals, Inc., USA.
- Kemeny, T., 1971**, Studies in experimental animals on determining the digestion regulating properties of *Haronga madagascariensis*. III. Antihepatotoxic effect of the total extract of Haronga, *Arzneimittel-Forschung*, 21, 421-424.
- Moulari, B., Y.Pellequer, H.Lboutounne, C.Girard, J. P.Chaumont, J. Millet, F.Muyard 2006**, Isolation and in vitro antibacterial activity of astilbin, the bioactive flavanone from the leaves of *Harungana madagascariensis* Lam. ex Poir. (Hypericaceae), *J. Ethnopharmacol.* (sous presse).
- Novy, J. W., 1997**, Medicinal plants of the eastern region of Madagascar, *J. Ethnopharmacol.*, 55, 119-126.

- Nwodo, O. F. C., 1989**, Antibiotic, anti-inflammatory and analgesic activities of *Harungana madagascariensis* stem bark, *Int. J. Crude Drug Res.*, 27, 137-140.
- Okoli, A. S., M. I. Okeke, C. U. Iroegbu, P. U. Ebo, 2002**, Antibacterial activity of *Harungana madagascariensis* leaf extracts, *Phytother. Res.*, 16, 174-179.
- Pernet, R., 1957**, Les plantes médicinales malgaches : catalogue de nos connaissances chimiques et pharmacologiques, *Mem. Inst. Sci. Madagascar*, VIII, série B.
- Raharimiandra A. S., 1994**. Etude ethnopharmacognosique des plantes médicinales de la région de Ranomafana Ifanadiana et ses environs, *Mémoire de CAPEN*, Ecole Normale Supérieure, Université d'Antananarivo.
- Rakotobe E., C. Rasolomanana, S. Randrianasolo, 1993**, Pharmacopée de l'Ambongo et du Boina, Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique, Antananarivo.
- Ramisiray, G., 1901**, Croyances et pratiques médicales des Malgaches, *Thèse de Doctorat Médecine*, Paris.
- Randrianjohany, E., H. Johannes, D. Ratovoherly, 1985**, Etude in vitro de l'action antibactérienne d'une solution hydro-alcoolique à 10% de *Harungana madagascariensis* (Teinture H. 5.), *Bull. Acad. Malg.*, t.63/1-2, 185-189.
- Randrianjohany, E., R. Rakotomalala 1984**, A propos du traitement médical des ulcères gastro-duodénaux: intérêt d'un extrait de *Harungana madagascariensis* (Teinture H10), *Bull. Acad. Malg.*, t.62/1-2, 229-233.
- Razafintsalama, C., 1984**, Essais effectués avec Teinture H5 sur des lésions cutanées, *Bul. Acad. Malg.*, t.62/1-2, 229-233.
- Ritchie E., W. G. Taylor, 1964**, Constituents of *Harungana* [*Haronga*] *madagascariensis*, *Tetrahedron Lett.*, 23-24, 1431-1436.
- Van Berkum, F., B. Andriamihaja, P. Rabeson P. Rasoanaivo, G. Appendino, K. Parker, F., Almeda, P. Wright, I. Ojima, 2005**, Drug discovery and biodiversity conservation in Madagascar: First year achievements, Poster, 11th NAPRECA Symposium, Antananarivo.
- Vorberg, G., 1972**, Therapy of digestive insufficiencies using enzyme harongan, *Munchener Medizinische Wochenschrift*, 114, 1773-1774.

**II-
BOTANIQUE ET
SYSTEMATIQUE VEGETALE**

CONTRIBUTION A L'ETUDE SYSTEMATIQUE ET ECOLOGIQUE DES BAMBOUS CONSOMMES PAR *HAPALEMUR* DANS LA REGION DU PARC RANOMAFANA

Voninavoko RAHAJANIRINA, Vololoniaina JEANNODA.

B.P. 906. Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences
Université d'Antananarivo.

RESUME

Dans le parc National de Ranomafana, quatre espèces de bambous servent d'aliment de base aux trois espèces d'*Hapalemur* qui y vivent. Il s'agit de *Cathariostachys madagascariensis*, *Schizostachyum* sp. *Cephalostachyum viguieri* et *Nastus elongatus*. Dans cette étude, ces quatre espèces font d'abord l'objet d'une description de leur morphologie et d'un test biochimique de toxicité sur la souris, ce qui a permis de préciser ou de confirmer leur classification.

Par la suite, en fin de déterminer la disponibilité de ces quatre espèces, les différents facteurs qui conditionnent leur distribution et leur écologie ont été analysés et leur possibilité de régénération ont été étudiée. Il en ressort en particulier que *Cathariostachys madagascariensis* est une espèce héliophile se développant dans les formations ouvertes. Par contre, *Schizostachyum* sp. et *Cephalostachyum viguieri* préfèrent les formations fermées. *Nastus elongatus* est héliophile et se trouve localisée dans les stations humides. D'autre part, la régénération des quatre espèces de bambous ne se fait pratiquement que par l'intermédiaire de leur rhizome, à l'exception de *Cephalostachyum viguieri* chez qui on observe une multiplication par graines. L'utilisation humaine de bambous a des impacts plus grands que la consommation par les *Hapalemur*. Le problème réside dans l'exploitation irrationnelle de ces espèces.

Mots clé : Systématique, Ecologie, Bambous, *Hapalemur*, Ranomafana

1. INTRODUCTION

Madagascar est l'un des pays merveilleux du monde pour l'écotourisme par sa biodiversité, ses écosystèmes, faune et flore. Les Lémuriens présentent une légende écotouristique. Le Parc National de Ranomafana constitue le quatrième Parc National Malagasy, où sont inféodées trois espèces d'*Hapalemur*. Ces derniers ont les bambous comme source principale alimentaire. Les bambous occupent environ 70% de leur régime alimentaire (TAN, 1998).

Pour pérenniser l'attraction écotouristique des lémuriens, il est nécessaire de conserver la biodiversité. C'est la raison de cette étude de bambous dans le Parc National de Ranomafana dont l'objectif est de fournir des données scientifiques sur la conservation de *Hapalemur* dans ce Parc. Il s'agit de l'étude de la distribution, la préférence écologique ainsi la régénération des bambous dans le but d'avoir des informations sur leur disponibilité à long terme.

Par contre, les bambous sont moins connus à Madagascar, l'étude systématique des espèces sera également effectuée.

2. METHODES D'ETUDE

2.1. Milieu d'étude

Le Parc National de Ranomafana est situé à 400m d'Antananarivo, à 60km au Nord de Fianarantsoa. Il s'étend sur 40 613 ha, entre 47°18' - 47°21' de longitude Est et entre 21°02' - 21°05' de latitude Sud (Grefell, 1995). Il est subdivisé en trois parcelles.

Le parc se trouve sur la première falaise Est de Madagascar dont le relief est très accidenté, constitué de collines à pentes fortes escarpées de vallées étroites. L'altitude varie entre 400-1300m. Le sol est de type ferrallitique jaune sur rouge sur une roche acide (Hervieu 1967), composé de vieux socle cristallin métamorphisé.

La région est traversée par la rivière Namorona, la source d'énergie hydroélectrique de la région de Fianarantsoa.

Le climat est de type perhumide tempéré (Koechlin, 1974) où il n'y a pas de saison sèche très marqué sous l'influence quasi permanente de l'alizé.

La végétation est une forêt dense ombrophile de l'Est dont la série varie selon l'altitude. Une partie à forêt dense humide de basse altitude de la série à *Anthostema* et Myristicaceae, une autre partie à forêt dense humide de moyenne altitude de la série à *Weinmannia* et *Tambourissa*.

Malgré la suite de l'exploitation sélective de bois et le « tavy », la forêt présente une zone périphérique en formation secondaire à dominance de *Psidium cattleyanum* ou « goavy ».

Le parc est très riche en espèces de faune, 12 espèces de lémurien y sont présentes, 112 espèces d'oiseaux et de nombreuses espèces de mammifères (Wright, 1987 ; Rafindratsita, 1995). Les crustacés d'eau douce sont aussi abondantes (Razafindrabe, 1997), la crevette d'eau douce du genre *Astacoides* est la plus représentée et la plus exploitée.

L'étude comprend trois parties : l'étude systématique, l'étude écologique et la régénération.

2.2 Etude systématique

Les bambous sont différentes des autres plantes à fleur par sa phénologie à période très longue. La systématique de ce groupe est basée sur des études morphologiques des organes végétatifs comme les caractères des gaines, feuilles et architecture de nœud. Nous avons pris quelques critères pour la détermination des bambous.

- Le port: arborescent, herbacé ou lianescent.
- La rhizome: l'architecture du rhizome, type sympodiale ou monopodiale.
Un rhizome est dit sympodiale s'il présente beaucoup de ramification

avec entre-nœud très court. Par contre, un rhizome est dit monopodiale s'il a 2 ou 3 ramifications tranchant sans ramification.

- La ramification: le mode d'agencement, l'architecture des rameaux ; le nombre des branches.
- Les gaines: dimension, forme, présence et forme des accessoires comme ligule et auricule. Elles sont étudiées par niveau (gaine de jeune pousse, gaine de chaume, gaine de feuilles).
- L'inflorescence : la dimension, la forme, la position et les caractères de l'épillet.

Les échantillons sont déterminés à l'herbarium de PBZT de Tsimbazaza, en utilisant aussi les ouvrages de Dransfield (1994, 1997, 1998), les noms scientifiques sont vérifiés par Dr. Dransfield, la taxonomiste spécialiste des bambous de RBG Kew.

2.3 Etude biochimique

Wright (1989) a montré la présence d'acide cyanhydrique dans les jeunes pousses et la base de feuilles de *Cathariostachys madagascariensis*. Par cette étude biochimique, la toxicité des extraits aqueux de feuilles des espèces étudiées a été vérifiée.

2.4 Etude écologique

Cette partie a pour objectifs d'étudier la disponibilité des bambous et de faire l'inventaire des facteurs prépondérants pour leur présence dans les forêts.

- **choix des sites d'étude**

Des prospections préalables sont faites pour évaluer la répartition globale de chaque espèce. Le nombre des sites d'études est choisi en occurrence avec l'existence des bambous. Quatre sites sont sélectionnés : Vatoharanana, Talatakely, Ambatolahidimy et Vohiparara.

- **relevé écologique**

Pour les relevés écologiques, deux méthodes d'inventaire sont adoptées : la méthode de transect topographique orienté le long du versant et la méthode de plateau. Chaque transect est composé de carrés contigus de 5x5m ; il commence au bas fond et s'allonge jusqu'au sommet du versant. Il est coupé de 10m (5m de chaque côté) quand on rencontre une piste. Le plateau est formé de quatre carrés juxtaposés de 5x5m.

- **paramètres d'étude**

Dans chaque carré du transect ou plateau, la pente, la position topographique, le recouvrement global de la canopée et le recouvrement de la strate herbacée sont notés. Le recouvrement de la canopée a été estimé visuellement en utilisant l'échelle de Folk (Godron, 1983). Les individus d'arbres ayant un diamètre à 1.30m (DBH) supérieur ou égal à 10cm sont relevés. Pour

les bambous, tous les individus de bambous sont comptés. Le diamètre à 1.30m, la hauteur, l'état de santé, la phénologie et le nombre de rejets pour l'espèce en touffe sont notés.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Selon la classification de Stebbins (1974), les bambous font partie du groupe de monocotylédones, de la sous-classe de COMMELINIDAE, de l'ordre des POALES, famille des Poaceae, sous famille des BAMBUSEA.

Les BAMBUSEA comprennent 1250 espèces regroupées en une cinquantaine de genres (Langlais, 1987). Madagascar est plus riche en genres et espèces endémiques de bambous que l'Afrique (Mc CLURE, 1966). Malgré cela, la systématique et l'inventaire des bambous malgaches sont peu avancés.

L'inventaire fait par Ratovoherly (1993) dans la région du parc a recensé 11 espèces de bambous. Mais TAN (1999) a inventorié quatre espèces consommées par les *Hapalemur*.

Nous avons étudié ces quatre espèces.

3-1 Etude systématique

La systématique de bambous est basée sur les caractères morphologiques. Chez le bambou, la structure de l'appareil végétatif ainsi que le rhizome prend une place prépondérante dans la classification. Le tableau 1 montre les caractéristiques morphologiques importantes sur la base de classification qui permettront de connaître la classification de chaque espèce.

Tableau 1 : caractéristiques morphologiques des espèces

Espèce Caractères	<i>Cathariastachys madagascariensis</i>	<i>Schysostachyum sp.</i>	<i>Cephalostachyum viguieri</i>	<i>Nastus elongatus</i>
Port et chaume	Chaume très haut, pouvant atteindre 25m, dressé à bout arqué	Cespiteux, dressé, a partie supérieur lianescente, pouvant atteindre 15m de long	Cespiteux, lianescente, 5-15m de long	Cespiteux, plus ou moins arqué, 6-5m de haut
Rhizome	Diffus, sympodique pachymorphe à cou long (1-4m)	Compact sympodique, pachymorphe à cou court	Compact sympodique pachymorphe à cou très court (4-10cm)	Compact sympodique pachymorphe à cou relativement long (0,6-1,5m)
Structure de la ramification	Une branche dominante et des rameaux feuillés, se trouvant à l'extrémité de la gaine et au dessus de la ligne de nœud.	Rameaux plus ou moins égaux, à l'extérieur de la gaine et au dessus de la ligne de nœud	Rameaux plus ou moins égaux, à l'extérieur de la gaine et au dessus de la ligne de nœud	Rameaux plus ou moins égaux, à l'extérieur de la gaine et en dessous de la ligne de nœud.
Gaine de chaume	Grande, couverte de poils noirs à la base,	Gaine couverte de poils fins noirs,	Gaine couverte de poils fins noirs,	Gaine couverte de poils noirs, ligule

	ligule petite à environ 1mm, auricule ciliée de 5mm de long	ligule très réduite, auricule en petit arc cilié	ligule très petite, auricule en petit arc cilié plus long (5mm)	petite, auricule en poils de 2-5mm de long
Inflorescence	Panicule contracté et déterminé, axe segmenté et rachis court, bractée présente	Panicule déterminé, axe segmenté et rachis court,	Panicule contracté et indéterminé, axe segmenté et rachis court	Panicule indéterminé, axe non segmenté et rachis important
Epillet	3-5 glumes, pièces florales munies de poils fins noirs	Glume au nombre variable, 6 étamines, style à stigmaté	2-3 glumes, 6 étamines, 2-3 stigmates	4-5 glume, 6 étamines, 3 styles séparés
Fruit	Caryopse	Caryopse à péricarpe dur ou crustacé	Caryopse à péricarpe épais	

3-2- Ecologie des bambous

Dans la région du Parc Ranomafana, les bambous sont utilisés pour la construction de case. Dans la zone périphérique du parc, la confection de panier à fruit par des chaumes de bambous occupe une place importante pour le revenu occasionnel de la famille. Ce n'est pas seulement les *Hapalemurs* qui ont besoin de la conservation des bambous pour la pérennisation de leur vie. L'étude de la distribution, la préférence écologique et la disponibilité de bambous sont donc très importantes.

- **Caractéristiques des sites d'étude**

Le tableau 2 montre les caractères de quatre sites choisis.

Tableau 2 : caractères des sites d'études

site	1	2	3	4
Localisation	Vatoharanana	Talatakely	Ambatolahidimy	Vohiparara
Altitude (m)	800-1000	1000-1100	900-1100	1200
Type de forêt	Forêt primaire	Forêt secondaire	Forêt secondaire perturbée	Forêt secondaire
Pourcentage de recouvrement de la canopée (%)	30-45	25-30	10-25	14-16
Genres abondants et dominants	<i>Tambourissa</i> , <i>Symphonia</i> , <i>Ficus</i> , <i>Schizostachyum</i> .	<i>Weinmannia</i> , <i>Dombeya</i> , <i>Tambourissa</i> , <i>Cathariostachys</i> , <i>Psidium</i> ,	<i>Ficus</i> ; <i>Weinmannia</i> ; <i>Dombea</i> ; <i>Cathariostachys</i>	<i>Ficus</i> ; <i>Weinmannia</i> ; <i>Canarium</i> ; <i>Schizostachyum</i> , <i>Cyahtea</i>

2- Répartition des bambous

Dans l'ensemble, toutes les espèces étudiées se trouvent dans trois sites d'étude mais à répartition différente. En total, 16 transects et 5 placeaux qui recouvrent 8475m² ont été relevés. Le tableau 3 montre l'abondance relative, la fréquence relative et la densité par hectare de chaque espèce par site.

Tableau 3 : Abondance relative, fréquence relative, densité par hectare

Site	Vatoharanana			Talatakely			Ambatolahidimy			Vohiparara		
	AR	FR	D	AR	FR	D	AR	FR	D	AR	FR	D
Espèce												
<i>Cathariostachys madagascariensis</i>	0	0	0	76,2 5	37,2 5	913	23,75	80	886	0	0	0
<i>Schyzostachyum</i> sp.	28,3 7	90,7 4	89 5	69,0 4	75,3 0	139 7	2,35	10	213	26,8 2	76,5 4	321 8
<i>Cephalostachyum viguieri</i>	88,8	87,0 3	27 9	56,1 9	37,3 4	551	10,9	25	293	9,86	9,09	390
<i>Nastus elongatus</i>	6,46	7,40	14	29,9 1	2,13	53	0	0	0	29,3 4	3,63	245

AR : Abondance relative

FR : fréquence relative

D : densité par hectare

Ces résultats montrent que *Cathariostachys madagacariensis* ne se trouve que dans les forêts secondaires dégradées ou faiblement dégradées. *Schyzostachyum* sp. et *Cephalostachyum viguieri* se rencontrent dans tous les sites et abondantes dans la forêt primaire de Vatoharanana. *Nastus elongatus* n'a pas été trouvé à Ambatolahidimy.

3-3 Analyse de répartition par profil écologique

Cette analyse a permis de voir la distribution de fréquence de chaque espèce suivant les facteurs écologiques.

Le tableau 4 donne les différentes classes de facteurs étudiés dans chaque site.

Tableau 4 : Différentes classes des paramètres d'étude.

Classes descripteurs	C11	C12	C13	C14	C15
Topographie	Bas fond	Bas versant	Mi versant	Haut versant	crête
Pente (en %)	] 0,10]	] 10, 20]	] 20, 30]	] 30, 40]	>40
Distance par rapport à la source d'eau (m)	] 0, 20]	] 20, 40]	] 40, 60]	] 60, 80]	>80
Recouvrement global de la canopée (%)	] 0,15]	] 15,30]	] 30,45]	> 45	

Degré d'artificialisation	Forêt secondaire perturbée	Forêt secondaire faiblement perturbée	Forêt primaire		
Exposition	Nord	est	Ouest	Sud	

Les figures 1, 2, 3, 4, 5 et 6 montrent la fréquence de distribution de chaque espèce de bambous selon les facteurs écologiques.

D'après ces figures, *Cathariostachys madagascariensis* est plus fréquente sur le bas versant et mi versant, de la forêt secondaire perturbée ouverte et exposée vers l'Est et l'Ouest. Elle est héliophile et préfère le sol moyennement humide.

Schizostachyum sp. et *Cephalostachyum viguieri* sont plus fréquentes dans les forêts primaires fermées exposées dans tous les sens du versant. Elles ne sont pas exigeantes pour le facteur lumière, mais on ne peut pas dire que ces sont des plantes sciaphiles car elles sont des lianes exposées à la lumière au niveau de la canopée.

Nastus elongatus ne se rencontre que dans les bas fonds à pente faible plus près de la source d'eau, de forêt secondaire. Elle a une exigence restreinte au sol humide près de cours d'eau. Elle est aussi héliophile.

L'entropie descripteur et l'information mutuelle montrent l'efficacité de chaque descripteur sur la distribution de l'espèce. Les figures 6, 7, 8, 9, 10 exposent les informations d'efficacité.

3-4 Régénération des bambous

La multiplication végétative par rhizome constitue le seul mode de régénération possible des bambous sauf chez *Cephalostachyum viguieri* qui présente un grand nombre de fleurs en une période de deux ans.

La croissance des bambous est extrêmement rapide. Elle consiste en l'élongation des entre-nœuds de façon télescopique (Langlais, 1987). Chez *Cathariostachys madagascariensis*, le chaume croît de 20cm tous les 2 jours. D'après le comptage de jeunes individus issus de la multiplication végétative chez *Cathariostachys madagascariensis*, *Schizostachyum* sp. et *Nastus elongatus*, le taux de la régénération annuelle est respectivement égal à 16.78, 7.7 et 12.90.

Les trois espèces d'*Hapalemur* à savoir : *Hapalemur simus*, *Hapalemur griseus* et *Hapalemur aureus* cohabitent dans la même zone de la forêt de Ranomafana. Mais seul *Hapalemur simus* mange de grand chaume de bambous ce qui a un impact sur la croissance des bambous. Pendant la saison des pluies (décembre-mars), les bambous se multiplient végétativement par rhizome. Au cours de cette période, *Hapalemur simus* ne mange que des jeunes chaumes de *Cathariostachys madagascariensis*. L'impact de la consommation sur ce dernier est de 36,45%. La régénération après la coupe varie d'un

individu à l'autre, et dépend de la hauteur de la partie coupée. Chez les jeunes plantes, la coupure en dessous de 5m entraîne la mort. Pour les individus vivants, la régénération est sous forme d'une apparition de jeunes rameaux au niveau des nœuds supérieurs. Pour les individus adultes régénérés, la multiplication végétative est encore possible. Pour *Cathariostachys madagascariensis*, 4,42% des individus adultes coupés sont morts.

4. CONCLUSION

Le présent travail a fourni des données sur les quatre espèces de bambous consommées par les *Hapalemur* à savoir *Cathariostachys madagascariensis*, *Schizostachyum* sp. ; *Cephalostachyum viguieri* et *Nastus elongatus*. D'après les connaissances des guides, *Nastus* sp ; et *Bambusa* sp. sont aussi consommés, mais cela est encore à vérifier. Les bambous occupent 80 à 85 % du régime alimentaire des *Hapalemur*. Le mode de vie, et la distribution de ce dernier dépendent beaucoup de la distribution des bambous.

Malgré l'insuffisance des études faites sur les bambous malgaches, la méthode adoptée permet d'identifier les espèces étudiées. La classification des bambous est basée sur l'étude des caractères morphologiques de l'appareil végétatif, mais la vérification par les pièces florales a une importance sur la nomenclature au niveau spécifique. Pourtant il y a encore des espèces de bambous comme *Schizostachyum* sp. que personne n'a encore vu en fleur. Il est donc nécessaire d'élargir l'étude par d'autres disciplines, l'anatomie et la génétique. Bien que l'acide cyanhydrique disparaisse lors de l'évaporation dans l'expérience, *Schizostachyum* sp. et *Cephalostachyum viguieri* sont létales pour la souris. En mangeant ces toxines, les *Hapalemurs* semblent non infectés. Il est intéressant de savoir par quel mécanisme- ils ont réagi à ces poisons.

Les relevés ont été réalisés dans les trois formations forestières représentatives de la végétation de Ranomafana : une formation forestière primaire proche de la forêt climacique, une formation secondaire moins perturbée et une formation secondaire encore perturbée par l'exploitation sélective de bois. La topographie et le degré d'artificialisation constituent les facteurs affectant le plus la présence et le développement de ces quatre espèces de bambous. *Cathariastachys madagascariensis* est héliophile, *Schizostachyum* sp. et *Cephalostachyum viguieri* ont des affinités pour les forêts fermés. *Nastus elongatus* a une affinité restreinte pour la station très humide au bord de cours d'eau, elle est aussi héliophile.

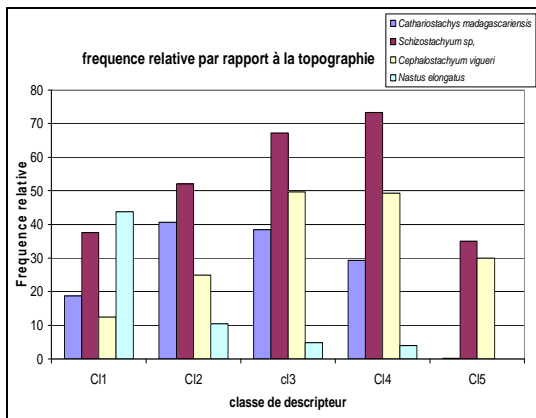


Figure 1 : fréquence relative par rapport à la topographie

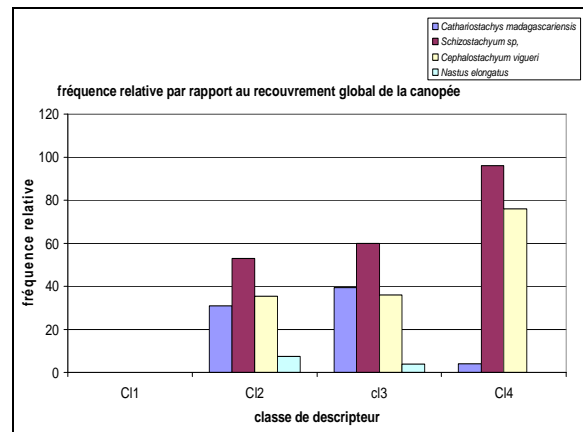


Figure 4 : fréquence relative par rapport au recouvrement global de la canopée

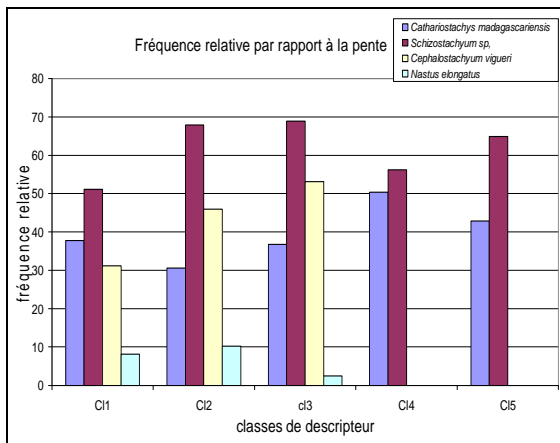


Figure 2 : fréquence relative par rapport à la pente

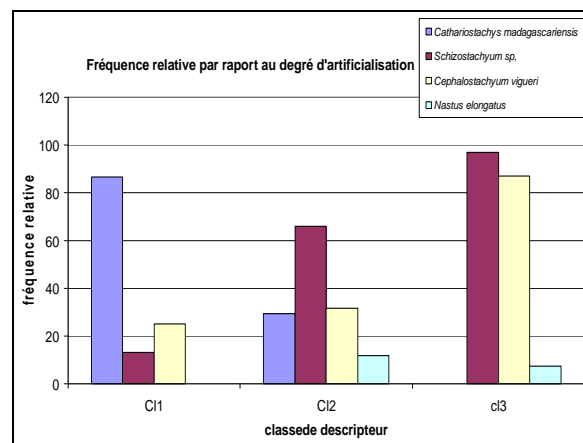


Figure 5 : fréquence relative par rapport au degré d'artificialisation

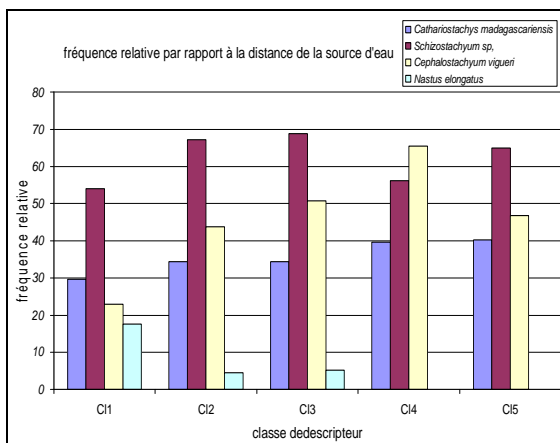


Figure 3 : fréquence relative par rapport à la distance de la source d'eau.

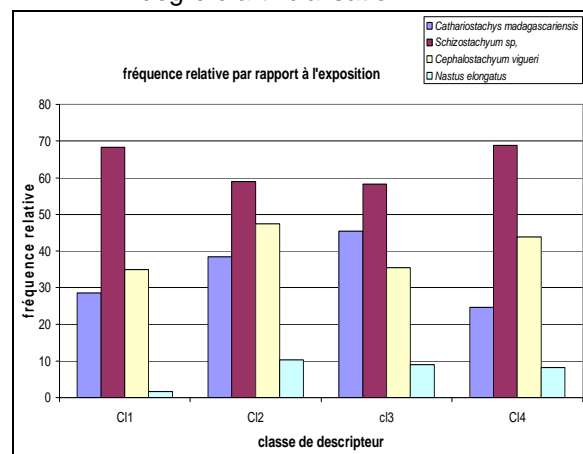
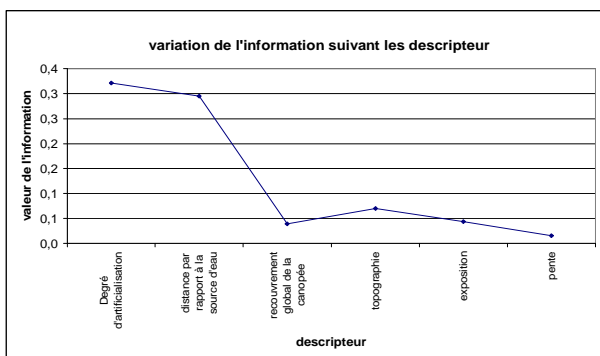
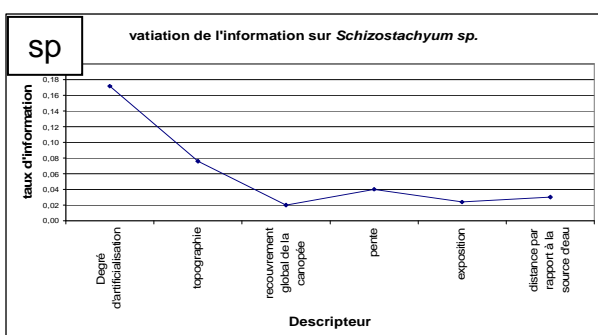


Figure 6 : fréquence relative par rapport à l'exposition



Le degré d'artificialisation et la distance par rapport à la source d'eau ont plus d'influence sur la distribution de *Cathariostachys madagascariensis*

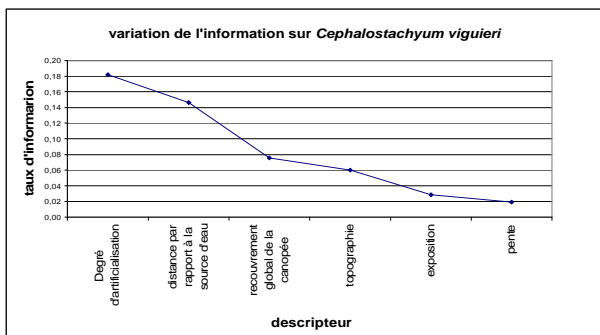
Figure 7 : Information sur *Cathariostachys madagascariensis*



Le degré d'artificialisation et la topographie ont plus d'influence sur la distribution de *Schizostachyum*.

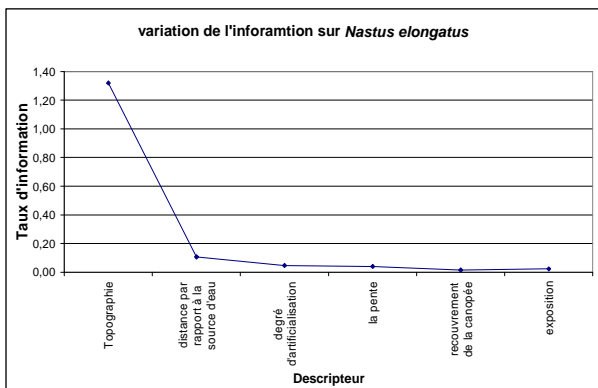
Figure 8: Information sur *Schizostachyum*

sp.



Le degré d'artificialisation et la distance par rapport à la source d'eau ont plus d'influence sur la distribution de *Cephalostachyum viguieri*

Figure 9: Information sur *Cephalostachyum viguieri*



La topographie et la distance par rapport à la source d'eau ont plus d'influence sur la distribution de *Nastus elongatus*.

Figure 10 : Information sur *Nastus elongatus*

4. CONCLUSION (suite)

La régénération des bambous se fait essentiellement par multiplication végétative de rhizome. Les *Hapalemur* exercent un impact néfaste sur la croissance des bambous en les coupant pendant le stade jeune plant.

Vu l'importance des bambous dans la survie des *Hapalemur* dans le Parc national de Ranomafana, il serait souhaitable que des mesures soient prises pour l'utilisation durable des bambous dans le but de conserver les *Hapalemur*. Dans la région de Ranomafana, il est important de sensibiliser les villageois de changer les bambous par d'autres bois de construction. Il est nécessaire aussi de mettre en place une étude de propagation artificielle de bambous afin de créer de zones de culture pour les utilisations humaines.

Si ce travail présente une petite amorce sur l'étude systématique des bambous malgaches, il serait souhaitable de continuer cette étude par l'inventaire et la systématique des bambous malgaches dans le but de les valoriser.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Dransfield, S. 1994.** - The genus *Hickelia* (GRAMINAE Bambusoideae). Kew Bull 49(3), 429-444.
- Dransfield, S. 1997.** - Notes on genus *Decarychloa* (GRAMINAE Bambusoideae) from Madagascar. Kew Bull 58(2), 593-600.
- Dransfield, S. 1998.** - *Valiha* and *Cathariostachys*, two new Bamboo genera (GRAMINAE Bambusoideae) from Madagascar. Kew bull 58(2)375-397.
- Grenfell, S. 1995.** - Plan de gestion du Parc national de Ranomafana. Parcs Nationaux de Madagascar, 131p.
- Godron, M.1983.** - Les relevés méthodiques de la végétation du milieu, code et transcription sur carte perforées. CNRS, Montpellier, 292p.
- Hervieu, J.1961-Profil type des sols malgaches. Cahier ORSTOM, 1, 39-82.
- Koechlin, J., Guillaumet, S., L. et Morat, P., 1974.** - Flore et végétation de Madagascar. Cramer, Vaduz. 658p.
- Langlais, G., Hidalgo, J., 1987.** - Construction en bambous dans les pays en développement. Programme interministériel REXCOOP, France, 310p.
- Mc Clure, F., A., 1966.** - The bamboo. Smithsonian institution Press, Washington and London, 341p.
- Ratovohery, A., 1993.** - Etude de l'utilisation des bambusae dans la région du Parc National de Ranomafana. Mémoire de fin d'étude, CAPEN.S., Madagascar, 77p.

- Razafindrabe, B., 1997.** - Etude de filière miel, Pandanus, Bambous et écrevisses dans les zones périphérique du Parc National de Ranomafana dans une perspective de mise en place d'une gestion communautaire. Mémoire de fin d'étude, ESS agronomique, 96p.
- Razafindratsita, V., 1995.** - Etude biologique et écologique de *Phillepita castanea* (Muller), son rôle dans la régénération du sous bois forestier du Parc National de Ranomafana. Mémoire de DEA, Université d'Antananarivo, 46p.
- Tan, C.L., 1999.** - Group composition, home range size and diet of three sympatric Bamboo Lemur species (Genus Hapalemur) in Ranomafana National Park, Madagascar. International. Jour. Of primatology 20(4), 547-566.
- Wright, P. ; Glander, R. ; Seigler, D. et Randrianasolo, V., 1989.** - Consumption of cyanogenic Bamboo by a new Discoverd species of Bamboo Lemur. Am. Journ of Primatology, 119-124.

ETUDE COMPARATIVE DE DEUX ESPECES DE *Norhonia* (OLEACEAE) ENDEMIQUES DE MADAGASCAR: STATUT ECOLOGIQUE , SCREENING PHYTOCHIMIQUE ET DIVERSITE GENETIQUE

E.K.F. RAMANANTSOA, Isabelle Ramonta RATSIAMIALA

B.P. 906, Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences. Université
d'Antananarivo

RESUME

Plus d'un tiers des habitants des pays en voie de développement ont difficilement accès aux médicaments essentiels. Des enquêtes ethnobotaniques entreprises dans l'Est et l'ouest de Madagascar ont permis de mettre en évidence l'utilisation de *Norhonia* (Oleaceae) contre le paludisme, maladie fréquente dans l'île.

Aussi, des études ont été menées afin de déterminer les caractéristiques écologiques des deux espèces de *Norhonia divaricata* et *Norhonia boinensis*, d'évaluer leur potentiel de régénération, d'identifier leurs constituants et leur diversité génétique.

Ces espèces poussent aussi bien dans la forêt humide de l'Est que dans la forêt sèche de l'ouest. Elles ont une bonne capacité de régénération entre 466,66% à 1918,18%. Néanmoins, elles courent un risque de déclin futur. Leur analyse chimique révèle principalement la présence des mêmes métabolites secondaires à part la saponine qui fait défaut chez *Norhonia divaricata*. Par contre, la technique PCR-RLFP a montré une diversité génétique entre les espèces de l'Est et de l'Ouest.

Ces résultats pourraient être un indicateur pour tous promoteurs de développement, en particulier, dans le cas d'une conservation des espèces cibles.

Mots clés : *Norhonia*, enquête ethnobotanique, écologie, régénération naturelle, risque d'extinction, screening phytochimique, PCR-RFLP.

1. INTRODUCTION

De nos jours, dans les pays en développement, les plantes médicinales sont une des composantes essentielles de la vie quotidienne. Prescrites par les tradipraticiens, diverses maladies y trouvent leurs remèdes, plus que tout, le paludisme dont la mortalité est estimée entre 1 et 3 millions par an. (OMS, 1999). Seulement, bien qu'imbriquée à l'Homme à chaque niveau de son être, la nature lui est encore, d'une certaine manière, restée inconnue. Par leur apparence immobile et insensible, leur exploitation s'accompagne d'une incompréhension de leur essence, de leur valeur chimique et de leur capacité génétique.

De ce fait, l'Organisation Mondiale de la Santé OMS a mis en place un programme de gestion d'utilisation des plantes médicinales. Ce programme est à double visée : accroître l'auto- insuffisance en matière de santé des pays du Sud tout en faisant reculer le paludisme. Et c'est dans ce cadre que la présente étude se propose de fournir des informations relatives aux plantes médicinales de Madagascar.

L'île peut être divisée en deux grandes régions biogéographiques : l'Est et l'Ouest (White 2001). Les conditions bioclimatiques différentes entre ces deux régions ont principalement des conséquences sur la transmission du paludisme. Ainsi, d'après l'institut Pasteur de Madagascar (2003), la zone côtière orientale est caractérisée par une transmission forte et quasi-pérenne quant à la zone occidentale la transmission est relativement importante pendant au moins six mois de l'année.

De plus, la densité de la population a un impact sur l'importance de l'endémie palustre. Les zones dites semi rurales comme Fenoarivo Atsinanana, les zones de plantation de vanille du Nord et la plaine rizicole de Marovoay correspondent aux régions où la transmission du paludisme est la plus élevée. Dans cette perspective, des études ont été menées de part et d'autre du pays, dans les régions les plus vulnérables au paludisme dont la forêt de Tampolo, l'un des vestiges importants des forêts littorales de l'Est et qui se trouve à 10Km au Nord-Ouest de la ville de Fenoarivo, et le Parc National d'Ankarafantsika qui se trouve à 450 Km au Nord-Ouest d'Antananarivo. Appartenant au domaine de l'Est à bioclimat perhumide chaud sans période sèche, la forêt de Tampolo se trouve directement au bord de la mer. Quant à la partie Ouest, c'est une formation dense sèche semi caducifoliée à bioclimat subhumide chaud avec une période sèche entre le mois d'avril et le mois d'octobre.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1- Matériels d'étude

Deux espèces de *Noronhia* (Oleaceae) endémiques de Madagascar ont été choisies: *Noronhia divaricata* rencontré à l'Est et *Noronhia boinensis* uniquement dans la partie Nord-Ouest. Ces plantes ont été sélectionnées suivant cinq critères tels que : l'endémicité, le nom vernaculaire, la fréquence d'utilisation thérapeutique de l'espèce, la vertu antipaludéenne et l'absence d'analyse phytochimique et pharmacologique.

2.2. Méthodes d'étude

- **Enquêtes ethnobotaniques**

L'enquête sur l'utilisation thérapeutique des plantes par les villageois a été menée en premier lieu. Cette méthode a pour but d'inventorier les plantes médicinales à vertus antipaludéennes utilisées fréquemment dans l'Est et

l'Ouest. Les enquêtes ont été réalisées auprès des tradipraticiens, des accoucheuses traditionnelles, des herboristes et des marchands de plantes. Les interviews se sont déroulées sous forme d'entretiens semi directe, avec des questions semi-ouvertes, ouvertes ou parfois fermées. Ces dernières ont eu lieu respectivement pour l'Est à Didy, Ambila, Toamasina, Analalava et Tampolo ; et l'Ouest: Andriba, Maevatanana, Andranofasika, Mahajanga et Antrema.

- **Statut écologique**

- **Flore associées**

Méthode de Brower et al (1990) ou Quadrant Centré en un Point (QCP)

Cette méthode consiste à mesurer le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) des arbres matures, les plus proches de l'espèce cibles et de mesurer leur distance respective. Afin d'évaluer la fréquence de l'association par la formule de Greig et Smith (1964).

$$F (\%) = 100 (N_i / N_t)$$

F = fréquence

N_i = nombre d'individus d'un taxon

N_t = nombre total d'individus

Méthode d'étude de la régénération naturelle et estimation des risques d'extinction

Cette méthode a pour but de déterminer le potentiel de régénération des espèces étudiées. Pour cela, un inventaire des individus semenciers et individus régénérant a été fait dans un plot d'abondance de 1ha. Les nombres obtenus permettent de calculer le taux TR de régénération de l'espèce étudiée grâce à la formule de Rothe (1964)

$$TR (\%) = (IR / IS) 100$$

TR = taux de régénération de l'espèce étudiée

IR = nombre d'individus régénérés

IS = nombre d'individus semenciers

En ce qui concerne l'estimation des risques d'extinction, il s'agit de calculer le taux du futur déclin de la population.

Screening phytochimiques

C'est une estimation qualitative de l'abondance des métabolites secondaires dans l'extrait hydroalcooliques des plantes.

Une fois broyée, la plante a été macérée dans de l'éthanol à 80%, puis filtrée et évaporée sous vide. Le résidu obtenu appelé Extrait Hydroalcoolique (EHA) a été soumis à une série de test qui est basé sur l'apparition d'une précipitation ou de changement de couleur en utilisant des réactifs spécifiques pour chaque famille chimique.

Etude de la diversité génétique (Principe de la PCR)

La technique du PCR-RFLP (réaction d'amplification en chaîne) a été utilisée. Elle permet de déterminer la variation des séquences de bases de l'ADN appelée polymorphisme et consiste à amplifier une séquence spécifique d'ADN en plusieurs copies.

D'abord, l'ADN des feuilles a été extrait. Puis ces ADN obtenus sont amplifiés par PCR. C'est une série de plusieurs cycles. Chaque cycle de PCR s'effectue en trois phases : dénaturation, hybridation et polymérisation.

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1. Enquête ethnobotanique

Cent vingt trois 123 espèces ayant des vertus thérapeutiques ont pu être recensées au cours de l'enquête ethnobotanique. Elles appartiennent à 103 genres, regroupés dans 64 familles. Ces espèces peuvent traiter 57 maladies différentes dont les plus fréquentes sont le paludisme et les maladies de l'appareil digestif (fig. 1).

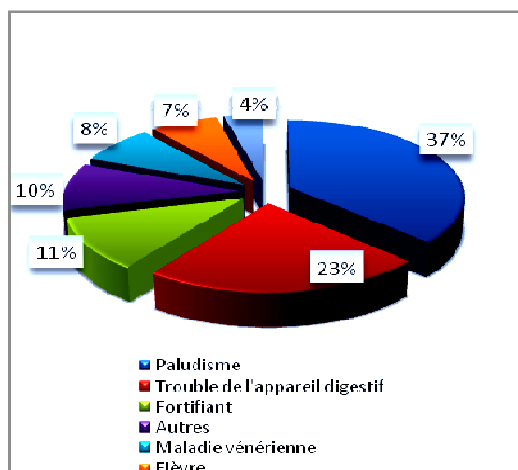


Figure 1 : Maladies fréquentes dans les zones d'étude

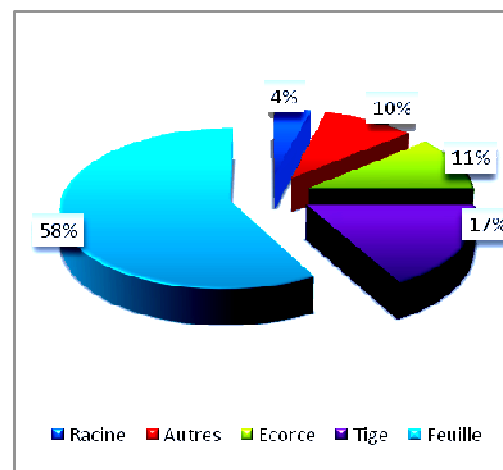


Figure 2 : Pourcentage d'utilisation des parties des espèces recensées (*Norohnia divaricata* et *Norohnia boinensis*)

Le pourcentage d'utilisation des feuilles est le plus élevé par rapport aux autres parties de la plante (fig. 2). De plus la décoction semble le mode de préparation plus utilisé (fig.3).

Lors de cette enquête, deux espèces de *Norohnia* ont retenu notre attention. Elles ont le même nom vernaculaire « Tsilaitra » et ayant des vertus antipaludéennes aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest. Elles appartiennent à la famille des Oleaceae et au genre *Norohnia* : *Norohnia divaricata* à l'Est et *Norohnia boinensis* à l'Ouest.

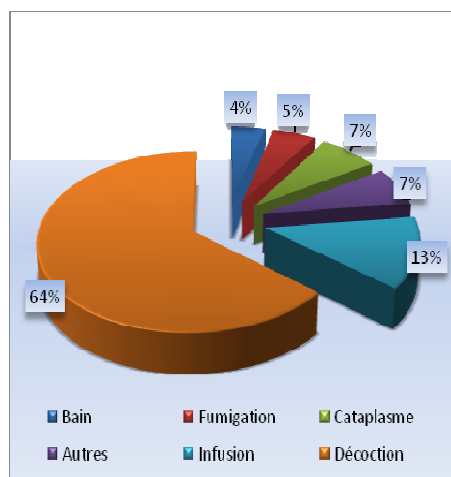


Figure 3 : Proportion des modes de préparation des espèces recensées



N. divaricata



N. boinensis

3.2- Statut écologique

Flore associée

A l'Est, trois sites ont été l'objet d'inventaires. La famille la plus représentée est celle des SARCOLAENACEAE. Une affinité avec la famille des OLEACEAE a été observée, ceci montre une tendance de « co-habitation » entre les genres et espèces de la famille des OLEACEAE. Seule l'espèce *Uapaca louvelii* présente une affinité avec *Noronhia divaricata*. A l'Ouest, les inventaires se sont déroulés dans trois sites. La famille des FABACEAE est la plus représentée en genre. Quant aux espèces associées, *Noronhia alleizetei*, *Commiphora pervilleana* et *Drypetes capuronii* vivent en association avec *Noronhia boinensis*. De nouveau, les espèces de la famille des OLEACEAE présente une affinité assez nette. Cette affinité pouvait être expliquée par le mode même de régénération des espèces de cette famille.

Tableau 11 : Liste des taxons associés à *Noronhia divaricata* et *Noronhia boinensis*.

	Localité	Famille	Fréquence (%)	Noms Scientifiques	Fréquence (%)
E S T	Analanjaha	SARCOLAENACEAE	8,57	<i>Uapaca louvelii</i>	25,71
		ANACARDIACEAE	5,71		
	Buldozera	OLEACEAE	5		
		FABACEAE	5		
EUPHORBIACEAE		5			
Rantolava	SARCOLAENACEAE	6,52	<i>Uapaca louvelii</i>	39,13	
O U E S T	Jardin Botanique A	FABACEAE	7,89	<i>Drypetes capuronii</i>	23,68
		BURSERACEAE	5,26	<i>Dalbergia sp</i>	13,15
				<i>Commiphora pervilleana</i>	7,89
				<i>Commiphora stellata</i>	7,89
	Est du lac Ravelobe	FABACEAE	12,90	<i>Asteropeia boinensis</i>	17,14
		MALVACEAE	6,45	<i>Drypetes capuronii</i>	11,42
	<i>Noronhia alleizetei</i>			12,90	
	Moratsiazo	FABACEAE	11,42	<i>Commiphora pervilleana</i>	12,90
RUBIACEAE		5,71	<i>Noronhia myrtoides</i>	17,14	

Régénération naturelle et risque d'extinction.*Potentiels de régénération*

Le taux de régénération de *Noronhia divaricata* varie de 466,66 à 1542,85% tandis que celui de l'espèce *Noronhia boinensis* varie de 1025,92 à 1918,18%. Elle devrait avoir beaucoup plus d'individus que l'espèce de l'Est. Selon l'échelle de Rothe (1964), ces deux espèces possèdent une bonne capacité de régénération ($\geq 300\%$).

Tableau 2 : Potentiel de régénération des deux espèces cibles dans les sites d'étude.

	Localité	Individus régénérants	Individus semenciers	Taux de régénération en %
<i>Noronhia divaricata</i>	Analanjaha	540	35	1542,85
	Buldozera	84	18	466,66
	Rantolava	84	13	646,15
<i>Noronhia boinensis</i>	Jardin Botanique A	622	33	1918,18
	Est du lac Ravelobe	277	27	1025,92
	Moratsiazo	219	20	1095

Risques d'extinction

Les menaces qui pèsent sur les habitats des espèces étudiées sont d'origine à la fois anthropique et naturelle. *Noronhia divaricata* montre une distribution suffisamment large, avec une aire d'occurrence estimée à 47607,62 km² et une aire d'occupation de 144km². Elle occupe presque la forêt orientale de l'Est avec 12 sous populations dont deux dans une aire protégée. Le déclin futur de cette espèce est évalué à 83,33%.

Par ailleurs, *Noronhia boinensis* présente une distribution plus restreinte, avec comme aire d'occurrence estimée à 5211,63 km² et une zone d'occupation de 54km². Cette espèce est limitée à la forêt dense sèche caducifoliée de la région d'Ambongo-Boina du Domaine de l'Ouest. Elle dispose de quatre sous populations dont un fait parti d'une aire protégée, son futur déclin est apprécié à 75%.

D'après le statut de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), les deux espèces sont en danger (EN).

3.3- Criblage phytochimique

Les composés chimiques des deux espèces sont presque les mêmes. Ce sont des flavonoïdes et des terpénoïdes. La présence des saponosides dans l'espèce de l'Ouest marque un peu une différence.

L'indice de mousse est de 200. Une saponine est un hétéroside complexe, appartenant aux terpènes cycliques

Par ailleurs, le taux des divers constituants de l'espèce de l'Est est plus élevé par rapport à celui de l'Ouest. Ceci pourrait être d'ordre climatique vu que les conditions édaphiques et biotiques des deux habitats de ces espèces semblent similaires.

La présence des flavonoïdes dans ces espèces, leucoanthocyane pour *Noronhia divaricata* et flavone pour *Noronhia boinensis*, bien qu'en proportion inégale, leur confère une propriété antioxydante. La richesse de la plante pour ce métabolite peut expliquer le fait qu'elle possède différentes propriétés pharmacologiques. En outre, le test montre la présence des terpènes, métabolites de la classe des hydrocarbures. Les terpènes sont les constituants majeurs de l'huile essentielle. Enfin, l'antraquinone est révélée dans les deux espèces et en proportion égale. C'est un composé organique, dont sont tirés de nombreux colorants.

Les autres métabolites comme les coumarines, les tanins et les alcaloïdes font défaut.

3.4- Diversité génétique

Après amplification par PCR de ces ADN, l'adaptation a montré que les couples d'amorces universels utilisés ont pu amplifier avec l'ADN des cinq échantillons notamment : trnCD, trnFV, trnHK et psaAS.

Les résultats ont démontré l'existence d'un polymorphisme avec les amorces trnCD et trnFV (fig.4) :

Pour le couple d'amorces trnCD, une bande de 500pb est commune aux deux chlorotypes et une bande de 380pb est spécifique à *Noronhia divaricata* dans l'Est.

Pour le couple d'amorces trnFV, l'allure des chlorotypes ne varie pas de celui obtenue avec trnCD : une bande commune aux deux espèces à 650 pb et une de 550 pb spécifique au clone de l'Est.

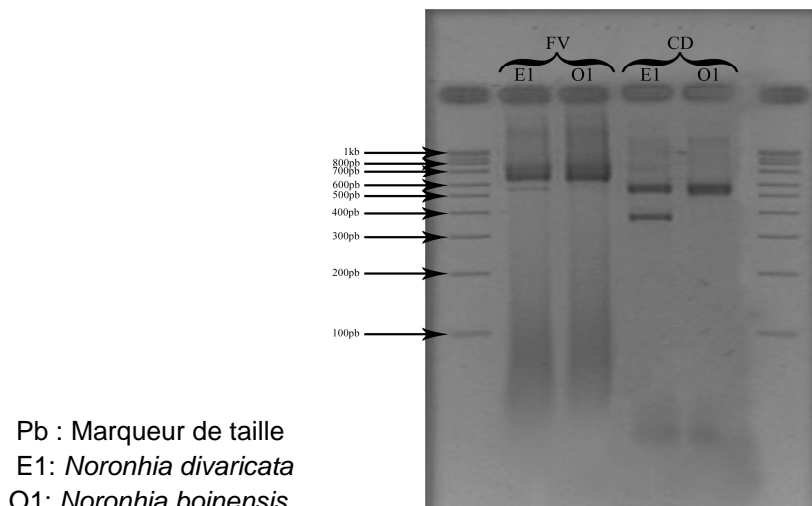


Figure 4 : Taille des amplicons après amplification par trnCD et trn

Outre l'amplification, une digestion enzymatique a été effectuée afin d'obtenir un résultat plus explicite avec les amorces trnHK et psaAS. A partir de la combinaison trnHK/ TaqI, deux chlorotypes bien distincts ont été identifié (fig.5).

Une bande de plus de 1Kb et une autre de 100pb sont communes aux espèces de l'Est et de l'Ouest. La variabilité se situe au niveau de la deuxième bande de taille plus petite que la première, respectivement de 380pb et 450pb pour l'Est et l'Ouest.

Par contre, aucun polymorphisme n'a été observé avec la combinaison trnHK/ TaqI. L'enzyme n'a repéré aucun site de restriction.

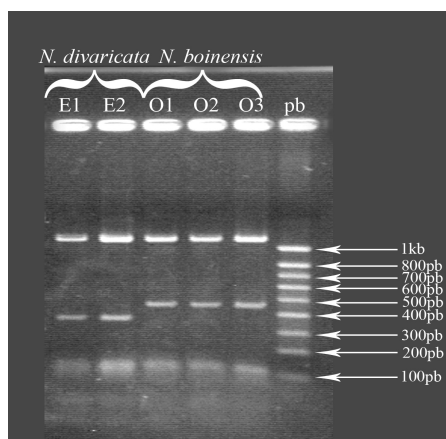


Figure 5 : Chlorotype des deux espèces de *Noronhia* après digestion avec trnHK/ TaqI

Aucun résultat n'a pu être obtenu pour les autres combinaisons avec le couple d'amorces psaAS.

A l'issue de ces analyses, deux chlorotypes bien distincts ont été mis en évidence par la technique PCR-RFLP que ce soit après amplification avec les couples d'amorces trnCD et trnFV ou par la combinaison trnHK/TaqI. Un chlorotype est spécifique des clones de l'Est et un autre des clones de l'Ouest.

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les enquêtes ethnobotaniques menées à l'Est et à l'Ouest de Madagascar ont montré que le paludisme est la maladie la plus fréquente dans ces régions.

Aussi l'étude comparative des deux espèces de *Noronhia* a montré qu'il existe bien une diversité, bien qu'elles portent le même nom vernaculaire « Tsilaitra » dans les deux sites d'étude. En effet, le « Tsilaitra » est utilisé pour traiter le paludisme.

Du point de vue écologique, la flore associée des deux espèces est variable. Le futur déclin de *Noronhia divaricata* est estimé à 83,33%. Celui de *Noronhia boinensis* est à 75%. D'après le statut de l'UICN, ces deux espèces sont en danger d'extinction (EN).

De plus, le screening phytochimique a montré que les deux espèces possèdent à peu près la même composition chimique. L'espèce de l'Est est beaucoup plus riche en molécules chimiques que celui de l'Ouest excepté les saponosides que seul *Noronhia boinensis* possède.

Par contre, l'étude moléculaire par la technique du PCR-RFLP a révélé une diversité génétique assez importante. Des études plus appropriées dans ce sens méritent d'être approfondies.

Seulement, ces dernières ne pourraient avoir lieu sans conservation au préalable. Car depuis quelques décennies, une accélération du rythme des disparitions a été constatée.

Il est temps que l'homme se tourne vers le monde végétal, en profite avec respect et préserve le vaste stock de possibilités génétiques qui s'y cache. Nous devons comprendre que la dualité « homme-nature » n'est une relation ni d'opposition ni de dépendance, mais de complémentarité. Et que notre propre survie et la continuation du phénomène « Vie » dépendent du foisonnement génétique des végétaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAALI-CHERIF, B. et G. BESNARD, 2005. High genetic diversity and clonal growth in relict populations of *Olea europea* subsp. *Laperrinei* (Oleaceae) from Hoggar, Algeria. *Annals of botany* ; **96**: pp

DAJOZ , R.,1975 , *Précis d'écologie- Ecologie fondamentale et appliquée.* Gauthier-Villars.549p.

GODRON, M., P. DAGET, G. LEONG, C. SAUVAGE, E. LE FLOC'H, J . POISSONNET, L. EMBERGER ET J. WALQUANT, 1868. *Code pour le Relevé Méthodique de la Végétation et du Milieu.* CNRS PARIS. **292P.**

ORGANISATION MONDIALE de la SANTE, 1999. *Traditional, complementary and alternative medicines and therapies.* washington DC, bureau régional des Amériques de l'OMS/organisation panaméricaine de la santé (groupe de travail OPS/OMS).

Perrier de la Bathie, H.,1952. Les OLEACEAE, *Flore de Madagascar et des Comores.* Typographie Firmin-Didot et Cie. 166^{ème} Famille, pp 1-66.

RAKOTBE, E., J.C. CORNEILLE , S.S. Rasolomanana et Randrianasolo, 1993. *Pharmacopée de l'Ambongo et du Boina.* CIDST Antananarivo. TPFLM, 727p.

Rothe, P. L., 1964. *Régénération naturelle en forêt tropicale.* Le *Dypterocarpus dreyi* D.A.U. sur le versant cambodgien du golf de Sian, Bois et forêt des tropiques. Madagascar, pp 386-397.

WHITE, L.F., A.EDWARDS. 2000. Conservation en forêt pluviale africaine: Méthode de recherches. Wildlife conservation society.- New York. 444p.

INVENTAIRE ET ECOLOGIE DES ORCHIDEES DE TALATAKELY DU PARC NATIONAL DE RANOMAFANA

Veloarivony Rence Aimée RANDRIANINDRINA; Bakolimalala RAKOUTH; Louis Jr.EDOUARD
BP. 906. Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences. Université
d'Antananarivo

RESUME

La famille des Orchidaceae est décrite comme la famille royale du règne Végétale (Stewart et Griffiths, 1995). Elle représente les plantes les plus recherchées sur les marchés local et mondial. A Madagascar, cette famille comprend 60 genres répartis environ en 2 000 espèces qui sont toutes incluses dans les annexe I et II de la Cites (CITES 2002) et avec une endémicité spécifique atteignant 80% (Dupuy et *al.*, 1999). Dans la région de Talatakely du Parc National Ranomafana, plus de 82 espèces groupées dans 23 genres ont été recensées en 2005. Le taux de régénération de chaque espèce est très faible, seulement de l'ordre de 34% au maximum. Cette mauvaise régénération est due à des facteurs internes aux orchidées qui sont aggravés par d'autres facteurs externes comme les cataclysmes naturels et la rareté des pollinisateurs.

Mots clés : Orchidées, écologie, Talatakely Parc National de Ranomafana,

1. INTRODUCTION

Les orchidées, une famille immense, très diversifiées sont adaptées à un vaste éventail de niches écologiques (Quillet, 1970 ; Withner, 1959; Lecoufle, 1981 ; Ramanampamonjy, 2004). A Madagascar, elles sont présentes dans tous les types de végétation dont la majorité est rencontrée dans les forêts humides orientales de basse et moyenne altitudes et dans l'ensemble des régions montagneuses avec une altitude supérieure à 800 m (Coudray et *al.*, 1994).

Etant comprise dans les régions conservées et riches en orchidées, la forêt dans le Parc National Ranomafana a été choisie pour réaliser cette étude. Elle constitue un laboratoire naturel ouvert (ONE, ANGAP, PNUE., 1997). En effet, depuis sa nomination en Parc National, en 1991 jusqu'à 2004, 904 chercheurs ont passé dans ce parc ; 9,8% d'entre eux sont focalisés sur les travaux des plantes, plus précisément sur l'état de la végétation et sur l'étude systématique et écologique des Bambous consommées par les lémuriens. C'est à partir de 2005 que d'autres chercheurs et nous avons fait des études approfondies sur les orchidées du Parc National Ranomafana. Alors, cette étude intitulée : « Inventaire des orchidées de Talatakely du Parc National de Ranomafana » a été entrepris pour fournir des informations de bases écologiques et biologiques, pour la conservation des orchidées de Ranomafana. Spécifiquement il s'agit de :

- montrer la diversité biologique des orchidées de Ranomafana ;
- faire des études écologiques des populations d'orchidées pour déterminer l'état de leur population naturelle, ce qui contribue à la définition de leur statut de conservation.

2. METHODES D'ETUDE

Cette partie est consacrée à expliquer les démarches adoptées pour atteindre les objectifs de l'étude. Elle comporte 2 volets : l'étude bibliographique et l'étude écologique des orchidées de Talatakely Ranomafana.

2.1. Etude bibliographique

L'étude bibliographique sert à collecter le maximum d'informations sur les travaux antérieurs qui sont utiles pour la réalisation de cette recherche.

Etude écologique de la population d'orchidées de Talatakely

a- Choix et prospection du site d'étude

Talatakely a été choisi pour réaliser l'étude des orchidées. Cette partie du Parc de Ranomafana est l'une des zones les plus fréquentées par les touristes du fait de son caractère physique et biologique très remarquables (Greenfell, 1995 ; MAEP, 2003).

Une prospection a été réalisée afin de se familiariser avec le milieu et connaître le site propice pour installer les placeaux d'inventaire. La localisation de ces sites d'inventaire a été choisie en tenant compte de la topographie, de l'accessibilité, de l'abondance en nombre et en espèces d'orchidées et de l'homogénéité de la végétation.

b- Inventaire des espèces d'orchidées dans la forêt du Talatakely

L'inventaire des orchidées est nécessaire pour connaître la présence, l'abondance et la fréquence des espèces, ainsi que la richesse spécifique du site d'étude. Ainsi, il sert à évaluer la diversité spécifique des orchidées à connaître l'état d'une population végétale ou la potentialité du site pour les espèces étudiées et leur écologie.

Le recensement a été fait pendant les 2 descentes sur terrain aux mois de mai et août 2005 en adoptant la méthode d'inventaire de Braun Blanquet (1964), dans 10 placeaux de 20m x 50m. Cette méthode s'effectue dans une zone apparemment homogène (du point de vue floristique et physiologique de la végétation ainsi que des conditions écologiques apparentes) ; elle permet une étude quantitative et qualitative des paramètres écologiques et des paramètres floristiques.

Des paramètres écologiques et biologiques ont été pris en considération, qui sont :

- paramètres écologiques : l'altitude et les coordonnées géographiques,

l'exposition et l'orientation ;

- paramètres biologiques : les noms de l'espèce, l'abondance numérique de chaque espèce la localisation de la plante par rapport au niveau du sol, le nom vernaculaire et l'état de vie du support (cas des espèces épiphytes) pour chaque stade de développement, le type biologique, la phénologie et le stade de développement de chaque individu.

Les données obtenues servent à déterminer la richesse, la diversité floristique, l'abondance absolue (Ab), l'abondance relative (Ar), la densité de la population (D), la répartition verticale des espèces épiphytes et la régénération naturelle.

➤ La répartition verticale des orchidées épiphytes peut être classée en 3 types suivant leurs caractères écologiques ou la position qu'elles occupent dans la végétation (Raunkiaer, 1906; Lebrun, 1954) :

- Orchidées épiphytes hygrophiles se développant dans une atmosphère constamment humide et à faible luminosité. Elles vivent généralement sur la partie inférieure des arbres supports ;
- Orchidées mésophiles qui vivent sur la partie moyenne et supérieure des troncs d'arbres ainsi que les plus basses branches de la couronne des grands arbres ;
- Orchidées xérophytes qui occupent les branches supérieures des grands arbres ou branches isolées des milieux défrichés.

➤ La régénération naturelle est l'ensemble des processus naturels par lesquels les individus se reproduisent dans une formation végétale, par graines ou par multiplication végétative (Rollet, 1983). A partir du nombre d'individus de régénération n et du nombre d'individus semenciers N de chaque espèce, le taux de régénération Tr est calculé par la formule suivante :

$$Tr(\%) = \frac{\text{Nombre.d'individus.régénérés.(n)}}{\text{Nombre.d'individus.semenciers.(N)}} \times 100$$

Selon l'échelle de Rothe (1964),

- une espèce est en difficulté de régénération quand le taux (Tr) est inférieur à 100% ;
- si TR est compris entre 100 et 1 000%, l'espèce présente une bonne régénération ;
- si le taux est supérieur à 1 000%, l'espèce a une très bonne régénération.

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1- Sites d'étude

Les 10 placeaux de Braun Blanquet ont été répartis suivant la topographie :

- Bas versant de 918m à 974m ;
- Mi versant de 974m à 1.038m ;
- Et Haut versant d'une altitude supérieure à 1.038m.

4 placeaux sont représentatifs du bas versant, 3 placeaux sont localisées sur les mi-versants et 3 autres sur les hauts versants.

3.2- Flore des orchidées à Talatakely

3.2.1. Inventaire

Pendant l'inventaire écologique en mai et août 2005, 73 espèces réparties en 18 genres ont été recensées dans les 10 placeaux. Avec les espèces trouvées lors de la prospection, ce nombre atteint 82 espèces groupées en 23 genres (Annexe 1).

Bulbophyllum est le genre le plus représenté avec 17 espèces, suivi des genres *Angraecum*, *Aeranthus*, *Aerangis*, *Cynorkis*, *Polystachya* et *Jumellea*. Par contre, *Beclardia*, *Cheirostylis*, *Neobatheia*, *Oberonia*, *Oeonia* et *Oeoniella* sont les moins représentés avec une seule espèce chacun.

3.2.2. Etat phénologique

Le résultat des observations directes, de l'étude de la population et les données bibliographiques montre la distinction des trois stades de développement des orchidées de Talatakely. Le tableau 1 et la figure 1 suivants résument le calendrier phénologique de certaines orchidées de Talatakely, en indiquant la variation du nombre d'espèces en floraison et en fructification dans une année.

Nombre d'espèces

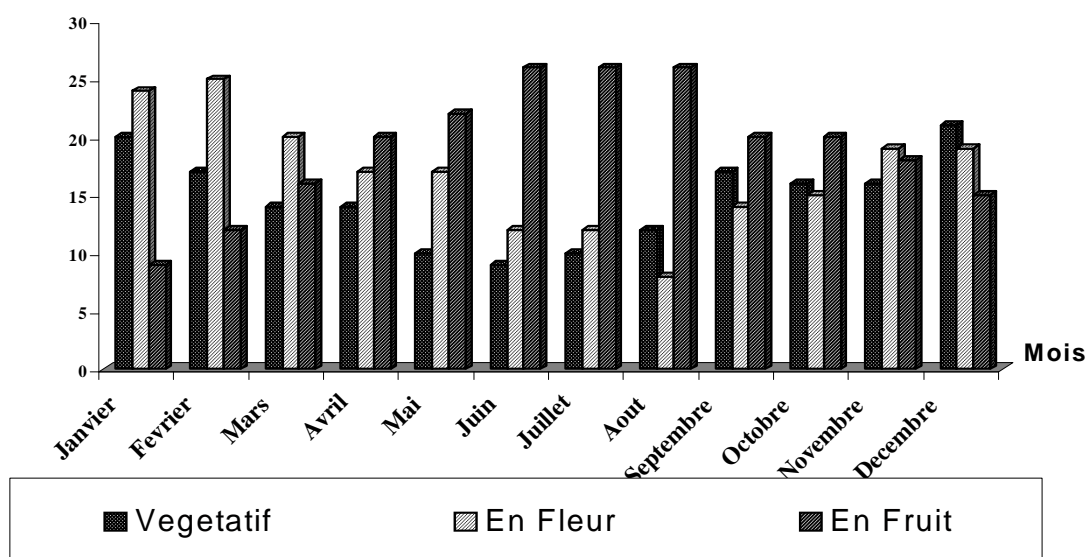


Figure 1 : Calendrier phénologique général des orchidées recensées

On observe que 40 à 60% des espèces fleurissent surtout pendant la saison des pluies, de Novembre à Mai. Mais celles qui fleurissent en hiver, de Juin à Août, ne sont pas négligeables. La floraison dure généralement deux à quatre mois, selon les espèces.

La fructification commence généralement en Mai et se termine en Novembre ou encore synchronise avec la floraison c'est-à-dire que la plante est à la fois en fleur et en fruit. La maturation des fruits est très lente et peut durer jusqu'à 8 ou 9 mois comme chez *Angraecum mauritianum* (8 mois) et *Bulbophyllum occultum* (9 mois).

Les périodes des trois stades de développement de la plupart des espèces sont distinctes. Par contre, chez certaines espèces, ces trois stades synchronisent à un moment de l'année c'est-à-dire que pour une seule espèce, quelques individus matures sont à l'état végétatif alors que certains individus sont en fleurs ou en fruits. C'est le cas d'*Aerangis citrata* dont les trois stades se chevauchent en Septembre et Octobre, et le cas de *Cynorkis ridleyi* au mois de Janvier et de Février.

3.2.3. Affinité biogéographique des espèces inventoriées

La figure 2 et le tableau 2 présentent le nombre d'espèces d'orchidées observées à Talatakely Ranomafana suivant leur origine. Parmi les 82 espèces recensées, l'origine de 49 espèces a été précisée : 23 espèces soit 46,94% sont endémiques à Madagascar, 22 espèces (44,9%) sont d'origine Mascareignes, 2 espèces ou 4,08% prennent leur origine aux Iles des Comores telles que *Angraecum scottianum* et *Jumellea gladiator*, une espèce (2,04%) *Angraecum calceolus* présente une affinité africaine et une autre espèce

(*Oberonia disticha*) est pantropicale. L'origine des 24 espèces restantes est inconnue.

Tableau 1: Distribution géographique de quelques espèces inventoriées

Région	Madagascar	Comores	Mascareignes	Afrique	Pays Tropicaux	Total
Nombre d'espèces	23	2	22	1	1	49
Fréquences des espèces	46,94	4,08	44,9	2,04	2,04	100

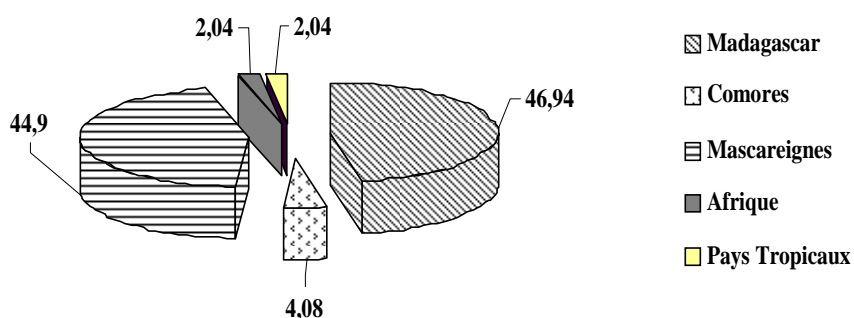


Figure 2 : Affinité biogéographique des espèces d'orchidées inventoriées de Talatakely

3.2.4. Spectre biologique

Selon le spectre biologique de Raunkiaer (1906), 3 formes sont rencontrées chez les orchidées de Talatakely Ranomafana (Tableau 3). Ce sont les épiphytes avec 81,29%, les géophytes (17,50%) et les lianes). Les géophytes sont des orchidées terrestres.

Tableau 2 : Spectre biologique des orchidées recensées

Spectre biologique	Epiphyte	Géophyte	Liane	Total
Nombre d'individus	8 557	1 842	127	10 526
Taux de la forme biologique (%)	81,29	17,50	1,21	

Le climat humide et le type de végétation de cette région jouent des rôles très importants sur l'installation de ces espèces dont la plupart (81,29%) sont des épiphytes qui, selon leur position sur leurs supports, sont soit : des hygrophiles, situées dans les parties inférieures des supports (de 0m à 3m), soit à la fois des hygrophiles et mésophiles, situées entre 1m à 12m, soit à la fois des hygrophiles, mésophiles et xérophytes occupant les branches supérieures des grands arbres.

3.2.5. Support des épiphytes

Les orchidées sont les épiphytes les plus répandues dans cette forêt. Elles utilisent 55 espèces d'arbres comme support (Annexes 2) dont les plus utilisés sont :

- *Ficus polyphleiba* (Voararano) ;
- *Eugenia bernieri* (Rotra) ;
- *Weinmannia bojeriana* (Maka)
- *Tambourissa perrieri* (Ambora) ;
- Arbres morts

L'abondance et/ou la dominance de ces arbres rendent leur rôle de support très fréquent. De plus, le climat qui règne dans ce parc favorise le développement de ces plantes, d'où l'appellation de la végétation de série à *Weinmannia* et à *Tambourissa* (Humbert et Cours Darne, 1965).

3.2.6. Caractérisation de la population d'orchidées de Talatakely

Ranomafana

Richesse et diversité floristique

La richesse spécifique des orchidées dans chaque placeau varie de 20 à 33 espèces soit 26 espèces en moyenne. Cette richesse varie suivant la situation topographique. 54 espèces sur 73 sont trouvées dans les bas versants, 49 espèces dans les mi-versants et 44 espèces sur les hauts versants dont 14 rencontrées uniquement dans les bas versants, 8 espèces dans les mi-versants et 4 espèces sur les hauts versants. En nombre d'individus, 3 637 sont rencontrés dans les bas versants, 4 286 individus dans les mi-versants et 2 862 dans les hauts versants.

Les orchidées sont bien diversifiées dans le bas versant et très abondantes dans le mi-versant. Par contre, sur le haut versant avec une intensité lumineuse plus élevée et une température plus fraîche, seules les espèces de crête et les espèces qui nécessitent une intensité lumineuse élevée telles que *Angraecum scottianum*, *Beclardia macrostachya*, *Calanthe sp.* et *Jumellea major* peuvent s'implanter.

Abondance numérique et abondance relative

Le nombre d'individus recensés dans 1.1ha est supérieur à 10 000. Ce nombre varie d'une espèce à l'autre. *Bulbophyllum afzelii* est l'espèce la plus abondante avec un nombre supérieur à 3 000 individus par hectare et une abondance relative de 30.84%. Alors que 20 espèces sont considérées rares à Talatakely car elles comptent au maximum 10 individus dans la totalité des sites d'étude. Elles ont une abondance relative inférieure ou égale à 0,1. Leur rareté peut être due à leur exigence écologique très spécifique. Cette limitation en nombre est aggravée par les conditions environnantes telles que l'absence de pollinisateurs et les concurrences interspécifiques pour leur développement.

Densité des populations d'orchidées

Les populations d'orchidées de Talatakely Ranomafana ont une densité moyenne de 9.8 individus par mètre carré ou 9 804.5 individus par

hectare. Cette valeur varie suivant l'espèce *Bulbophyllum afzelii* est l'espèce la plus dense avec plus de 5 000 individus par hectare.

Les populations d'espèces moins denses (10 ind/ha) sont celles de *Aeranthès arachnites*, *Beclardia macrostachya*, *Calanthe madagascariensis* et *Cynorkis* sp. 1.

Résultat sur la régénération naturelle

En général, le taux de régénération naturelle (TR) des populations d'orchidées à Talatakely est très faible (2.23%) et les populations ont une mauvaise régénération. Le taux maximum observé est de 34,04% avec l'espèce *Aeranthès grandiflora*.

Des causes multiples pourraient être à l'origine de cette mauvaise ou absence de régénération, entre autres, la concurrence interspécifique et l'absence de pollinisateurs. Cette absence de pollinisateur est indiquée par le nombre insuffisant de fruits par rapport au nombre de fleurs observées sur 38 individus de quelques espèces (le nombre maximum de fleurs pollinisées est de 0 à 5 sur 30 à 34 fleurs). Il y a aussi la visite précoce des pollinisateurs favorisant la fanaison prématurée des fleurs et la présence d'insectes ravageurs (Figure 3) qui attaquent les gousses. En plus, la multiplication des orchidées par voie asexuée est mauvaise car un individu mature ne peut émettre que un à deux rejets par an seulement.



Figure 3 : Larve d'insecte nichant dans un fruit d'*Angraecum mauritianum*

4. DISCUSSIONS

Diversité floristique

La forêt de Talatakely est considérée plus riche en orchidées par rapport à d'autres forêts. 23 genres avec plus de 80 espèces ont été recensés à Talatakely alors que seulement 14 genres à 75 espèces ont été trouvés par Rasolonjatovo (2004) dans la forêt d'Antsahabe Est à Anjozorobe. 16 espèces d'orchidées sont communes à ces 2 forêts.

Deux raisons pourraient être à l'origine de la richesse en orchidées de la forêt de Talatakely par rapport à celle d'Antsahabe :

- la pluviométrie annuelle plus abondante de 2911,31mm de pluies au lieu de 1237mm favorisant la présence en abondance des épiphytes ;

- Talatakely est un site protégé depuis 1991, conduisant à la conservation de plusieurs espèces, alors que la forêt d'Antsahabe n'est classée site de conservation que cette année 2007. Probablement, des collectes abusives et illicites y ont été perpétrées auparavant.

En outre, la présence des espèces communes peut être expliquée par deux raisons. D'une part, il est probable que les espèces sont cosmopolites. D'autre part, les caractéristiques écologiques de ces deux milieux sont plus ou moins similaires. Pour la forêt de Talatakely et d'Antsahabe Est, quelques parties de chaque formation se trouvent à une altitude supérieure à 800m. En plus, ces forêts sont soumises à l'influence continue du vent d'Alizé qui amène des précipitations permanentes sur son passage.

Régénération naturelle

La mauvaise régénération naturelle est un facteur limitant la pérennisation des orchidées (Rahelivololona, 2005). Des problèmes de régénération sont observés chez les orchidées de Talatakely. Ils sont attribués à de multiples causes qui peuvent se classer en deux catégories : des facteurs internes aux plantes et des facteurs externes.

a- Facteurs internes

Les graines des orchidées constituent le meilleur moyen de régénération surtout qu'elles sont produites en grande quantité. Néanmoins, elles sont dépourvues de réserves nutritives. La germination des orchidées présente un mécanisme assez complexe dans la nature car elle nécessite une symbiose avec des champignons mycorhiziens du genre *Rhizoctonia* pour démarrer la germination et pour assurer la régénération de l'espèce (Dressler, 1990 ; Satinder et Sarma, 1997). Dans la nature, la chance d'une rencontre entre les deux entités graine/champignon est souvent très aléatoire. C'est pourquoi, une faible proportion des graines fertiles arrive à germer (BARBIER, 1994 ; Satinder et Sarma, 1997).

La vitesse de germination des graines d'orchidée est très lente, même dans les milieux artificiels contrôlés. En effet, plusieurs auteurs (Lecoufle, 1981 ; Barbier, 1994 ; Rahelivololona, 2005) ont montré que dans le milieu naturel, la vitesse de germination des graines est de un à deux ans avec un taux de germination d'environ 0.01%.

La multiplication végétative naturelle des orchidées donne un rendement très faible, respectivement de un à deux rejets par cycle végétatif (BARBIER, 1994). Ainsi, la régénération des orchidées par voie asexuée n'est pas très rentable.

b- Facteurs externes

Talatakely Ranomafana est à la fois un site de recherche et un site touristique et nos résultats confirment que les perturbations de cette forêt ne sont pas négligeables ce qui aurait pu conduire à la perturbation de la régénération de ces orchidées (Goodman et Razafindratsita, 2001).

Outre les perturbations du site, les maladies cryptogamiques et les insectes jouent également des rôles importants dans la destruction des orchidées (Rasambaritafika, 2006).

5. CONCLUSION

La forêt de Talatakely du Parc National de Ranomafana est riche en orchidées. Elle compte plus de 82 espèces d'orchidées groupées dans 23 genres. Ces espèces représentent en moyenne une densité de 9 804,5 individus par hectare. La plupart des espèces sont des épiphytes et se développent sur 53 espèces d'arbres.

Le taux de régénération est très faible pour la plupart des espèces. Il varie de 0% à 34,04%. Ces plantes sont alors menacées de disparition à cause des perturbations du milieu par les activités humaines et aggravées par des cataclysmes naturels.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barbier, R. ; 1994.** La multiplication des orchidaceae – Bulletin Société Française d'Orchidophile n°110: 2-10.
- Braun Blanquet, J.; 1964.** La phytosociologie - 3e édition, Spunnger Vienne, 865p.
- CITES ; 2002** - Rapport annuel de 2002 : organe de gestion CITES de Madagascar - Antananarivo.
- Coudray, J. et Bouguerra, M.L. ; 1994.** L'Environnement en milieu tropical, E.S.T.E.M., pp127-175.
- Dressler, R.L.; 1990.** The Orchids - Harvard University Press
- Dupuy, D., Cubb, P., Bosser, J., Johan, and Hermans, C.; 1999.** The orchids of Madagascar - Kew Royal Botanical Garden. 375 pp.
- Grenfell, S.; 1995.** Plan du Gestion du Parc National de Ranomafana. Parcs Nationaux de Madagascar - 131p.
- Humbert, H.et Cours Darne ; 1965.** Notice de la carte de Madagascar - extrait des travaux du Secteur Sciences et Technique de l'Institut Française de Pondichery, h.s 156p.
- Lecoufle, M. ; 1981.** Orchidées exotiques - La Maison Rustique, Paris, 191p.
- Lebrun, G. ; 1947.** La végétation de la plaine alluviale au Sud du Lac Edouard - Expl.Parc Nat. Albert Bruxelles, Fasc.1, tome 2, 800p.

- MAEP, UPDR ; 2003.** Monographie de la région de Vatovavy - Antananarivo ; 78p.
- ONE, ANGAP, PNUE; 1997.** Monographie Nationale sur la Biodiversité - Antananarivo, Ministère de l'environnement, des eaux et forêt, 324p
- Quillet ; 1970.** Dictionnaire encyclopédique - N-PQ, Paris, pp4600-4602
- Rahelivololona, R. ; 2005.** Mise au point de technique de vitropropagation d'orchidées Malgaches: *Eulophiella roempleriana* Rolfe et de *Grammangis Lind* - Thèse Doc. 3^{ème} cycle, Fac. Sciences, Université d'Antananarivo. 128 pp.
- Ramanampamonjy, N. ; 2004.** Conservation des ressources génétiques d'orchidées: création d'une banque de gènes in vitro de *Aeranthes grandiflora* Lind. et mise en place d'une aire de conservation in situ à l'île Sakatia (Nosibe Hell ville) - Thèse Doc. 3^{ème} cycle, Fac. Sciences, Université d'Antananarivo. 183 pp.
- Rasambaritafika, I. ; 2006.** Détermination des principaux agents de Maladies cryptogamiques de 5 espèces d'orchidées de Madagascar.
- Rasolonjatovo, B.- 2004.** Etude des Orchidées de la forêt d'Analabe Est (Anjozorobe) : Inventaire, Etat de la population, Ecologie de la reproduction - Mém. D.E.A., Fac. Sciences, Université d'Antananarivo, 79p.
- Raunkiaer, C. ; 1906.** Type biologique pour la géographie botanique - Oversight.Danske Vidensk Forkandlig, T5 : pp 347-437.
- Razafindratsita, V. ; 1995.** Etude biologique et écologique de *Philepitta castanea* (Muller), son rôle dans la régénération du sous bois forestier du Parc National de Ranomafana. Mém. D.E.A., Fac. Sciences, Université d'Antananarivo, 46p.
- Rollet, B. ; 1983.** La régénération naturelle dans les trouées. Un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides - Bois et forêt des tropiques n°201 : pp3-34 et n°202 : pp19-34.
- Rothe, P.L. ; 1964.** Régénération naturelle en forêt tropicale. La *Dypterocarpus dreysi* (DAU) sur le versant Cambodgien du Golf de Sian, bois et forêt des tropiques : pp 386-397.
- Satinder Kauiz; Sarma, C.H. ; 1997.** Selection of best medium for vitro propagation of *Dendrobium lindleyi* Stend. - Ad. Plant Sci. 10 (1).
- Stewart, J.; Griffiths, M.; 1995.** Manual of Orchids - The Royal Horticultural Society, Portland, Oregon, USA, 374p.
- Withner, C.L.; 1959.** The Orchids: A scientific survey - Ronald Press. Co. New York; 648p.

ANNEXE 1 : Liste des espèces d'orchidées observées dans la forêt de Talatakely Ranomafana :

1.	<i>Aerangis articulata</i> Rchb.	41.	<i>Bulbophyllum occultum</i> Th.
2.	<i>Aerangis citrata</i> Schltr.	42.	<i>Bulbophyllum protectum</i> H.Perr.
3.	<i>Aerangis clavigera</i> H.Perr.	43.	<i>Bulbophyllum rauhii</i> Toill.
4.	<i>Aerangis fastuosa</i> Schltr.	44.	<i>Bulbophyllum</i> sp. ₁ (à fleur blanche)
5.	<i>Aerangis macrocentra</i> Schltr.	45.	<i>Bulbophyllum</i> sp. ₂ (à fleur jaune)
6.	<i>Aerangis modesta</i> Schltr.	46.	<i>Bulbophyllum</i> sp. ₃
7.	<i>Aeranthes arachnites</i> Lindl.	47.	<i>Calanthe madagascariensis</i> Rolfe
8.	<i>Aeranthes caudata</i> Rolfe	48.	<i>Calanthe</i> sp.
9.	<i>Aeranthes gracilis</i> Schltr.	49.	<i>Cheirostylis gymnochiloides</i> Rchb.f.
10.	<i>Aeranthes grandiflora</i> Lindl.	50.	<i>Cryptopus</i> sp.
11.	<i>Aeranthes nidus</i> Schltr.	51.	<i>Cynorkis boinana</i> Schltr.
12.	<i>Aeranthes perrieri</i> Schltr.	52.	<i>Cynorkis purpurascens</i>
13.	<i>Aeranthes ramosa</i> Rolfe	53.	<i>Cynorkis ridleyi</i> Dur. et Schinz.
14.	<i>Aeranthes</i> sp.	54.	<i>Cynorkis villosa</i> Rolfe
15.	<i>Angraecum calceolus</i> Th.	55.	<i>Cynorkis</i> sp. ₁ (dite : butter fly)
16.	<i>Angraecum compactum</i> Schltr.	56.	<i>Cynorkis</i> sp. ₂
17.	<i>Angraecum danguyanum</i>	57.	<i>Eulophia</i> sp.
H.Perr.		58.	<i>Jumellea confusa</i> Schltr.
18.	<i>Angraecum elephantinum</i>	59.	<i>Jumellea gladiator</i> Schltr.
Schltr.		60.	<i>Jumellea intricata</i> H.Perr.
19.	<i>Angraecum falcifolium</i>	61.	<i>Jumellea major</i> Schltr.
20.	<i>Angraecum germynianum</i>	62.	<i>Lemurella culicifera</i> (Rchb.f.) H.Perr.
Hook.		63.	<i>Lemurella papillosa</i> Bosser
21.	<i>Angraecum madagascariense</i>	64.	<i>Lemurella virescens</i> H.Perr.
Schltr.		65.	<i>Liparis poncticulata</i> Ridl.
22.	<i>Angraecum mauritanum</i>	66.	<i>Liparis</i> sp. ₁ (petite taille)
Frappier		67.	<i>Liparis</i> sp. ₂ (à fleur violette)
23.	<i>Angraecum obsessum</i> H.Perr.	68.	<i>Microcoelia gilpinae</i> Summerh
24.	<i>Angraecum scottianum</i> Rchb.f.	69.	<i>Microcoelia macrantha</i> Summerh
25.	<i>Angraecum viguieri</i> Schltr.	70.	<i>Neobathiea perrieri</i> Schltr.
26.	<i>Angraecum</i> sp.	71.	<i>Oberonia disticha</i> Schltr.
27.	<i>Beclardia macrostachya</i>	72.	<i>Oeonia rosea</i> Ridl.
A.Rich.		73.	<i>Oeoniella polystachys</i> (Thouars) Schltr.
28.	<i>Benthamia</i> sp.	74.	<i>Phaius</i> sp.
29.	<i>Brownleea madagascarica</i>	75.	<i>Polystachyae cultriformis</i> (Thou.) Spreng.
Ridl.		76.	<i>Polystachyae mauritiana</i> Sprengel
30.	<i>Bulbophyllum afzelii</i> Schltr.	77.	<i>Polystachyae rhodochila</i> Schltr.
31.	<i>Bulbophyllum angustifolium</i>	78.	<i>Polystachyae rosea</i> Ridley
32.	<i>Bulbophyllum auriflorum</i>	79.	<i>Polystachyae</i> sp. Var <i>cultriformis</i> (fleur violette)
H.Perr.		80.	<i>Satyrium perrieri</i> Schltr.
33.	<i>Bulbophyllum baronii</i> Ridl.	81.	Inconnu 1
34.	<i>Bulbophyllum calyptropus</i>	82.	Inconnu 2 (terrestre, avec fruit mais sans feuille)
Schltr.			
35.	<i>Bulbophyllum compactum</i>		
Kranzl.			
36.	<i>Bulbophyllum coriophorum</i>		
Ridl.			
37.	<i>Bulbophyllum longiflorum</i> Th.		
38.	<i>Bulbophyllum pachypus</i> Schltr.		
39.	<i>Bulbophyllum nitens</i> Jum. et Perr.		
40.	<i>Bulbophyllum oclusum</i> Ridl.		

ANNEXE 2 : Liste des supports des orchidées épiphytes recensées

N°	Nom vernaculaire	Genre	Espèce	Auteurs	Famille
01	Ambilazona	<i>Calliandra</i>	<i>alternans</i>	Bentham	FABACEAE
02	Ambora	<i>Tambourissa</i>	<i>perrieri</i>	Drake	MONIMIACEAE
03	Amborasaha	<i>Burasaia</i>	<i>madagascariensis</i>	(Baillon) Diels	MENISPERMACEAE
04	Ampaliala	<i>Ficus</i>	<i>soroceoides</i>	Baker	MORACEAE
05	Bakoly	<i>Aleurite</i>	<i>moluccana</i>	Wild.	EUPHORBIACEAE
06	Dikana	<i>Allophylus</i>	<i>arboreus</i>	Choux	SAPINDACEAE
07	Fahavalonkazo	<i>Zanthoxylum</i>	<i>madagascariense</i>	Baker	RUTACEAE
08	Faho	<i>Cyathea</i>	<i>arborescens</i>		CYATHEACEAE
09	Famakilela	<i>Ficus</i>	<i>politoria</i>		MORACEAE
10	Fandramanana	<i>Aphloia</i>	<i>theaeformis</i>	(Vahl) Bennet&R.Br.	APHLOIACEAE
11	Fatora	<i>Mussaenda</i>	<i>vestita</i>	Baker	RUBIACEAE
12	Goavitsinahy	<i>Psidium</i>	<i>cattleyanum</i>	Sabine	MYRTACEAE
13	Harongana	<i>Harungana</i>	<i>madagascariensis</i>	Choisy	CLUSIACEAE
14	Hasina	<i>Dracaena</i>	<i>xiphophylla</i>	Baker	LILIACEAE
15	Hazomainty	<i>Diospyros</i>	<i>gracilipes</i>	Hierm	EBENACEAE
16	Hazomby	<i>Tina</i>	<i>striata</i>	Radlkofer	SAPINDACEAE
17	Hafotra	<i>Polyathia</i>	<i>humertii</i>	Gay&Keraud	ANNONACEAE
18	Karambitona	<i>Macaranga</i>	<i>alnifolia</i>	Baker	EUPHORBIACEAE
19	Kimba	<i>Symphonia</i>	<i>clusoides</i>	Baker	CLUSIACEAE
20	Lalona	<i>Weinmania</i>	<i>rhodoxylon</i>	Tulasne	CUNONIACEAE
21	Lalonabe	<i>Weinmania</i>	<i>rutembergii</i>	Engler	CUNONIACEAE
22	Lambinana	<i>Nuxia</i>	<i>sphaerocephala</i>	Baker	LOGANIACEAE
23	Lamininana tenany	<i>Nuxia</i>	<i>capitata</i>	Baker	LOGANIACEAE
24	Lanary	<i>Neotina</i>	<i>isoneura</i>	(Radlkofer) Capuron	SAPINDACEAE
25	Lanary madindravina	<i>Plagiocyphus</i>	<i>louvelii</i>	Danguy&Choux	SAPINDACEAE
26	Lanary mainty	<i>Macphersonia</i>	<i>sp.</i>		SAPINDACEAE
27	Lendemy	<i>Anthocleista</i>	<i>madagascariensis</i>	Baker	LOGANIACEAE
28	Mahanoro	<i>Streblus</i>	<i>dimepate</i>	(Bureau) Cc.Bery	MORACEAE
29	Maka	<i>Weinmania</i>	<i>bojeriana</i>	Tulasne	CUNONIACEAE
30	Mantsira	<i>Phyllanthus</i>	<i>fusco-luridis</i>	Mueller d'Argovie	EUPHORBIACEAE
31	Merana	<i>Brachylaena</i>	<i>merana</i>	(Baker) Humbert	ASTERACEAE
32	Ramy	<i>Canarium</i>	<i>madagascariense</i>	Engler	BURSERACEAE
33	Rotra	<i>Eugenia</i>	<i>bernieri</i>	Ex; Drake	MYRTACEAE
34	Rotra fotsy	<i>Eugenia</i>	<i>sp.</i>		MYRTACEAE
35	Rotra fotsy madindravina	<i>Eugenia</i>	<i>emirnense</i>	Baker	MYRTACEAE
36	Rotra mena	<i>Syzygium</i>	<i>emirnense</i>	H.Perr.	MYRTACEAE
37	Sandrany	<i>Protorhus</i>	<i>sericea</i>	Engler	ANACARDIACEAE
38	Sehanankazo	<i>Mycronychia</i>	<i>macrophylla</i>		ANACARDIACEAE
39	Sira	<i>Embelia</i>	<i>concinna</i>	Baker	MYRSINACEAE
40	Tavia	<i>Astrotrichilia</i>	<i>parvifolia</i>	J.F.Leroy	MELIACEAE

ANNEXE 2 (Suite)

Liste des supports des orchidées épiphytes recensées (Suite)

N°	Nom vernaculaire	Genre	Espèce	Auteurs	Famille
41	Tavolo	<i>Cryptocarya</i>	<i>sp.</i>		LAURACEAE
42	Tavolorano	<i>Cryptocarya</i>	<i>ovalifolia</i>	Danguy	LAURACEAE
43	Vahimainty	<i>Agelaea</i>	<i>pentagyna</i>	(Lamarck) Baillon	CONNARACEAE
44	Vakôna	<i>Pandanus</i>	<i>accanthostylus</i>	Hartelli	PANDANACEAE
45	Vantsilana	<i>Polyscias</i>	<i>tripinata</i>	O.Hoffman	SAPINDACEAE
46	Varongy	<i>Ocotea</i>	<i>longipes</i>	Kostermans	LAURACEAE
47	Varongy madidravina	<i>Ocotea</i>	<i>laevis</i>	Kostermans	LAURACEAE
48	Voamboana	<i>Dalbergia</i>	<i>orientalis</i>	Bosser&R.Rabev.	FABACEAE
49	Voanananala	<i>Chassalia</i>	<i>ternifolia</i>	Brem.	RUBIACEAE
50	Voara	<i>Ficus</i>	<i>tricophlebi</i>	Baker	MORACEAE
51	Voararano	<i>Ficus</i>	<i>polyphleiba</i>	Baker	MORACEAE
52	Volo	<i>Cathariostachys</i>	<i>madagascariensis</i>		POACEAE
53	Volomborona	<i>Albizzia</i>	<i>gummifera</i>	(J.F.Gmelin) G.A.Smith	FABACEAE
54	Arbre mort				

**III.
ÉCOLOGIE ET
ÉCOPHYSIOLOGIE**

ANALYSE STRUCTURALE DES FORETS DU PARC NATIONAL N°1 DE LA MONTAGNE D'AMBRE (FLORE, STRUCTURE, CARTOGRAPHIE)

Justin RAKOTOARIMANANA, Edmond ROGER

B.P.906. Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences, Université
d'Antananarivo

RESUME

Le Parc National de la Montagne d'Ambre d'une superficie de 22 600 hectares est localisé dans le Fivondronana d'Antsiranana II, il appartient aux deux zones bioclimatiques contrastées : perhumide froide et subhumide chaude. Liées à ces zones climatiques, il renferme trois grands types de forêts : la forêt dense humide sempervirente qui occupe une importante superficie sur la façade Est et une partie de la façade Ouest, jusqu'à une certaine altitude ; la forêt dense sèche caducifoliée dont la superficie est très restreinte par rapport au type précédent ; les forêts de transition, intermédiaires entre les deux types cités ci dessus. En plus de ces formations forestières, on y trouve aussi des savanes. Ces différents types de formation ont une composition floristique et des caractéristiques distinctes. La géomorphologie de la Montagne d'Ambre se caractérise par un profil dissymétrique. Les caractères archaïques de flore primitive sont bien développés dans l'ensemble des formations. Cependant, la végétation de la façade Ouest du Parc dispose d'un mélange de caractères de forêts sèches de l'Ouest et de forêts humides de l'Est. Cette étude a permis de distinguer sept types de formations forestières en fonction de la fréquence et de l'abondance de deux espèces, de la composition floristique et du niveau de dégradation.

Le massif forestier du Mont d'Ambre a un potentiel dendrométrique important, surtout lorsqu'on considère la surface basale.

Même si les formations forestières contribuent à ce parc son rôle stratégique prépondérant qui est le réservoir d'eau de la partie extrême nord de l'île, elles sont encore exposées à des pressions anthropiques diverses. Ces dernières affectent la structure naturelle de ces types de forêt, favorisant ainsi l'installation d'espèces envahissantes comme *Lantana camara*, le recul des surfaces forestières, la diminution du potentiel ligneux, la diminution de l'eau disponible, et la disparition des espèces originelles.

Mots clés : Forêts : Parc National- montagne d'Ambre- flore- typologie- structure- cartographie -dendrométrie

1. INTRODUCTION

Le Parc National de la Montagne d'Ambre, localisé à l'extrême Nord de Madagascar, fait partie de l'étage de moyenne altitude. Il est inclus dans deux zones bioclimatiques contrastées dont le passage progressif et graduel entre ces deux zones est possible. Cette Aire Protégée couvre une superficie de

22633 ha et joue le rôle de château d'eaux de la région nord d'Antsiranana. Les principales vocations de ce parc sont la conservation, l'écotourisme et l'éducation environnementale.

En 1996, cette aire protégée n'a pas encore fait l'objet de recherches surtout sur la flore et la végétation.

Ainsi, le présent mémoire a été mené afin de faire la typologie et la cartographie des forêts, en plus de l'évaluation du potentiel dendrométrique du massif forestier. Les données obtenues peuvent aider à la gestion de cette Aire Protégée et vont permettre de prendre des mesures pour améliorer sa protection.

2. METHODOLOGIE

- Etude cartographique : la méthode utilisée a été l'interprétation préliminaire de clichés aériens à l'aide de stéréoscope pour avoir au préalable les informations nécessaires sur terrain. On procède ensuite à l'identification sur terrain des éléments ainsi délimités et à l'élaboration de la carte de végétation, après la vérification d'unités identifiées.

- Etude de la végétation : des reconnaissances préliminaires ont été faites pour faciliter la réalisation de relevés floristiques.

La méthode de placeau est appliquée sur les formations homogènes et dans le cas contraire, la méthode de transect de Duvigneaud est utilisée.

- Etude de la flore, elle consiste à choisir les paramètres floristiques nécessaires à l'analyse. Une analyse différentielle est effectuée pour comparer les différents relevés.

- L'inventaire forestier consiste à mesurer le diamètre à hauteur de la poitrine (DHP),

à 1,30m du sol pour les arbres ayant un diamètre supérieur ou égal à 10 cm. La surface terrière (g) exprimé en m² et le volume en bois (v) en m³/hectare sont respectivement calculés en utilisant les formules suivantes :

$$g = \pi / 4 \times \sum (d_i^2)$$

$$v = 0,53 g h$$

d_i : diamètre des arbres

h : hauteur de fût (m)

0,53 : coefficient de forme.

- Etude structurale de la végétation : la végétation peut être analysée dans le sens de la répartition horizontale et/ou dans le sens de structure verticale (stratification)

- Détermination des échantillons : les espèces ainsi collectées ont été déterminées en consultant les herbiers de référence soit au Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza soit à la Direction de Recherches Forestières et Piscicoles d'Ambatobe.

- Etude du sol : des collectes d'échantillons d'environ 250g par fosse pédologique ont été faites en vue d'analyse au laboratoire pédologique ex FOFIFA Tsimbazaza.

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Le Parc National de la Montagne d'Ambre possède une flore particulière composée à la fois d'essences de forêt humide telles que *Weinmannia*, *Polyscias*, *Gastonia*,... et de celles de forêt sèche à savoir *Hildegardia*, *Commiphora*,...

Au total, 319 espèces ont été inventoriées. Elles se répartissent en 209 genres et 86 familles dont 78 familles d'Angiospermes (68 de Dicotylédones, 10 de Monocotylédones) et 8 familles de Ptéridophytes.

Les familles les mieux représentées, exprimées par le nombre d'espèces qu'elles renferment sont les Rubiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae.

80% des espèces recensées dans la Montagne d'Ambre sont endémiques de l'île. Ce taux d'endémicité est estimé à 85% pour Madagascar (SALOMON J., N., 1994). Les émergents qui culminent jusqu'à 40 mètres de hauteur se rencontrent surtout dans le bas fond.

La végétation du massif de la Montagne d'Ambre présente à la fois des caractères biologiques de forêt humide et de forêt sèche suivant la localisation sur les versants. Ces particularités sont surtout liées à l'importance de l'humidité que reçoit le type de végétation.

Les spécificités biologiques de forêt humide sont :

- l'épiphytisme : très important au centre et à l'est du parc
- la monocalie
- la cauliflorie
- les feuilles en phyllode

Les autres qualités suivantes indiquent une adaptation au milieu sec comme :

- les cladodes ou tiges aplaties assimilatrices ressemblant aux feuilles
- la sclérophyllie
- la spinescence
- la pachycaulie
- la crassulescence
- la caducifolie
- la reviviscence

En appliquant la méthode d'estimation approchée, ou histogramme de fréquence de Raunkiaer, tous les onze relevés floristiques sont homogènes. Les valeurs de coefficient de similitude de SORENSEN obtenues permettent de regrouper deux à deux les relevés. Les dendrites de similitude admettent de distinguer sept types de formations végétales (figure 1). Suivant l'importance des espèces les plus fréquentes et les plus abondantes de la strate supérieure ou celle de la moyenne, on distingue sept types de formations végétales :

3.1- Forêt sclérophylle d'altitude à *Cyathea sp.* et *Elaeocarpus subserratus*

C'est une forêt dense humide formée par des arbres à tronc tortueux, et ramification basse. Ce type de forêt reçoit la totalité des précipitations pendant toute l'année. Il est couvert parfois de brouillards. La surface du sol est caractérisée par une très épaisse litière formant d'épais manchon. Cette forêt, localisée sur le pic d'Ambre, zone centrale du Parc National entre 1200 m et 1475 m d'altitude, au point 12°35'75" Sud et 49°09'20" Est, est pauvre en espèces, 42 espèces réparties dans 38 genres et 31 familles sont inventoriées.

La hauteur des arbres est réduite, sa futaie n'atteint que 12m au maximum. Cette hauteur est encore plus réduite à une altitude supérieure car le sol devient de moins en moins profond lorsqu'on monte en altitude.

Les principaux caractères biologiques rencontrés sont, l'épiphytisme très spectaculaire, à la sclérophylle remarquable, la cauliflorie, la monocaulie.

C'est une forêt pluristrate qui repose sur des sols ferrallitiques du type Roussettes. La densité de peuplement est faible.

Les valeurs des deux paramètres dendrométriques (fig.1) sont parmi les plus faibles ($g: 33, 362 \text{ m}^3$ et $v=66,248 \text{ m}^3/\text{ha}$).

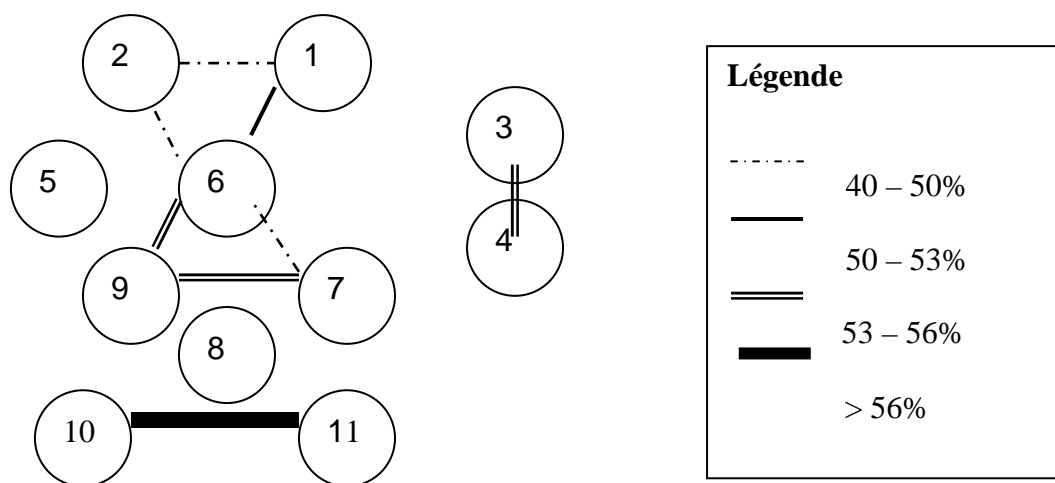


Figure 1 : Dendrite

3.2. Forêt dense humide à *Chrysophyllum madagascariensis* et *Dombeya biumbellata* var. *villostylosa*. (12° 31' 20" de latitude Sud et de 49°10'51")

Ce type de forêt, localisé généralement sur le flanc Est du profil dissymétrique du Mont d'Ambre renferme 70 espèces, 59 genres repartis en 41 familles. Comme la végétation est exposée régulièrement à des pluies fines pendant l'hiver, les épiphytes sont abondantes.

Il s'agit également d'une formation ligneuse pluristratifiée sur des sols ferrallitiques de type Roussettes. Elle est moins dense mais couvre une superficie importante sur le versant Est.

Cette forêt a des valeurs des caractères dendrométriques parmi les plus importantes : $g=59,245 \text{ m}^2 / \text{ha}$ et $v=218,688 \text{ m}^3/\text{ha}$.

3.3. Forêt dense humide à *Homalium albiflorum* var. *leucophloeum* et *Maillardia* sp., (12°32'36 " Sud et de 49°08'32" Est)

Cette forêt est située sur la partie Ouest de la Montagne d'Ambre jusqu'à certaine altitude. 72 espèces, 60 genres et 43 familles ont été recensées.

Ce type de forêt est encore tributaire d'humidité moins importante mais régulière pendant toute l'année ; il contient à la fois les caractères d'adaptation au milieu humide comme l'épiphytisme, la sempervirence des feuilles, la cauliflorie la monocaulie ; et d'un caractère biologique de forêt sèche comme la cladodifome. Ce dernier caractère apparaît graduellement lorsqu'on descend en altitude. Une autre particularité de cette forêt est aussi la réduction de la voûte forestière.

C'est une forêt très dense, pluristratifiée dont la hauteur de la voûte forestière n'atteint pas généralement les 16 m. Elle s'installe sur le versant Ouest sur des sols variés.

Les valeurs des paramètres dendrométriques sont aussi importantes : $g=59,465 \text{ m}^2 / \text{ha}$ et $v=201,879 \text{ m}^3/\text{ha}$.

3.4. Forêt dense humide à *Erythroxylum sphaeranthum* et *Diospyros gracilipes*.(12°40'75" Sud et 49°08'10" Est)

Ce type de forêt est marqué par l'existence de période sèche (2 à 4 mois à Anivorano).

C'est la formation végétale la plus riche en espèces car on y a inventorié 102 espèces, 77 genres et 42 familles.

Ce type de forêt renferme un mélange des caractères biologiques de forêt sèche comme la caducifolie, la sclérophylle, la spinescence ; et ceux des forêts humides à savoir la cauliflorie, la monocaulie.

Cependant, la caducité des feuilles ne concerne que très peu d'arbres (10 à 15%), la forêt caducifoliée prend encore l'aspect physiologique d'une forêt humide. Ce type de forêt constitue une transition entre la forêt dense humide à *Chrysophyllum madagascariensis* et *Dombeya biumbellata* var. *villosylosa* et la forêt dense sèche caducifoliée à *Securinega* sp. et *Strychnos decussata*.

La forêt comporte 4 strates dont la hauteur de la canopée dépasse les 16 m. Elle a une densité assez forte suivant la variation altitudinale. Cette forêt s'installe sur des sols variés avec un recouvrement rocheux important sur le versant Ouest.

Cette formation est caractérisée par les paramètres dendrométriques les plus importants $g=79,628\text{m}^2/\text{ha}$ et $v=284,692\text{ m}^3/\text{ha}$.

3.5. Forêt dense sèche caducifoliée à *Securinega* sp. et *Strychnos decussata*

Elle se rencontre au Nord Ouest du Parc National de la Montagne d'Ambre. C'est une forêt dense sèche qui s'implante sur des sols peu évolués. 69 espèces groupées en 54 genres et 33 familles ont été inventoriées.

Les conditions écologiques de cette forêt sont très sévères (climats et substrat), les caractères d'adaptation au milieu sec sont très bien développés comme la caducifolie, la pachychaulie, la sclérophylle, la crassulescence des feuilles et la reviviscence.

Ce type de forêt dense comporte 3 strates en plus des émergents. Il est moyennement dense. A l'extrême Ouest du Parc, la forêt s'installe sur des sols sur basalte, à une altitude relativement basse.

Cette forêt sèche a des valeurs de caractères dendrométriques les plus faibles parmi les formations forestières du Mont d'Ambre : $g=23,607\text{ m}^2/\text{ha}$ et $v=88,229\text{ m}^3/\text{ha}$.

3.6. Forêt écrémée à *Macaranga* sp. et *Harungana madagascariensis*

C'est une forêt de régénération issue d'un prélèvement sélectif en 1958 située sur la bordure Est de cette Aire Protégée. Ce type de formation reçoit pendant toute l'année d'importantes précipitations. 49 espèces regroupées en 44 genres et 35 familles ont été inventoriées.

Cette forêt est exposée aux diverses pressions comme la collecte d'écorce de l'espèce *Evodia bilahe* utilisée pour la fermentation alcoolique, le feu de brousse ainsi que la coupe sélective de bois de palissandre. Cette dernière crée de nombreuses trouées dans la forêt favorisant la germination et la croissance des espèces héliophiles comme *Harungana madagascariensis*, *Macaranga* sp.

Les caractères biologiques rencontrés sont moins développés à savoir l'épiphytisme, la monocaulie, la cauliflorie.

Il s'agit d'une forêt pluristratifiée, à très forte densité. Elle se trouve sur des sols ferrallitiques humifères sur la bordure Est du Parc.

Cette forêt de régénération a encore des valeurs de paramètres dendrométriques non négligeables, $g=46,129 \text{ m}^2 / \text{ha}$ et $v=143,652 \text{ m}^3/\text{ha}$, même si elle était sujette à l'exploitation sélective de bois précieux.

3.7. Savoka à *Harungana madagascariensis* et *Psiadia altissima*

Ce type de formation est installé entre 12° 38'59" Sud et 49°10'20" Est, sur la partie Sud Est du Parc sur un sol peu évolué mais il bénéficie d'une humidité moyennement abondante qui accélère la décomposition de la litière. 45 espèces ont été identifiées, elles se répartissent en 33 genres et 29 familles. Ce type de formation ne comporte que deux strates.

Les espèces constituant les différentes formations de la Montagne d'Ambre sont essentiellement acidophiles. Elles s'adaptent sur des sols extrêmement acides issus de l'altération de roches volcaniques sous climat à forte précipitation. Ce sont des sols fortement désaturés dont la structure grumeleuse rend les sols perméables.

Le profil dissymétrique du Mont d'Ambre, l'altitude et l'exposition déterminent des microclimats variés d'Est en Ouest.

Ainsi, résulte la répartition des types de forêts de caractères floristiques, photographiques et physiologiques distincts d'un type à un autre. Pour expliquer ces différences, il faut mettre en cause les facteurs écologiques tels que la nature et la profondeur des sols, l'altitude, l'humidité et le degré d'anthropisation.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Liés aux conditions écologiques diversifiées qui règnent dans l'Aire Protégée du Mont d'Ambre, différents types de formations ligneuses sont identifiées. Chaque type est caractérisé par l'abondance et la fréquence d'espèces de la strate supérieure. Ces espèces propres ont souvent une surface terrière appréciable.

La comparaison des caractéristiques des peuplements : le volume en bois, la surface terrière, le nombre de tiges et le nombre d'espèces donne une idée sur la nature des substrats, le type de pressions anthropiques. Les formations végétales de la Montagne d'Ambre sont regroupées en quatre grands types : forêts denses humides, forêt de transition (Forêt dense humide à *Erythroxylum sphaeranthum* et *Diospyros gracilipes*), forêt dense sèche, Formes de dégradation (Forêt écrémée à *Macaranga sp.* et *Harungana madagascariensis* et Savoka à *Harungana madagascariensis* et *Psiadia altissima*)

Ces formations sont encore exposées à des pressions humaines comme la collecte de bilahy, le feu de brousse, la collecte du miel, la culture de sous bois même si la Montagne d'Ambre joue de rôles importants tant du point de vue économique (réservoir d'eau d'Antsiranana, les retombées de l'écotourisme) que scientifiques (richesse floristique et faunistique).

D'autres études et recherches méritent d'être effectués comme la révision de la division phytogéographique, l'évaluation des impacts anthropiques, la cartographie fine de ces différents types de forêts, l'inventaire des orchidées, l'évaluation des impacts de l'écotourisme.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Responsable de recherche de l'ANGAP, la commission tripartite pour l'autorisation de recherche. Nos remerciements s'adressent aussi à Pr. L. H. Rakotovao, Pr. C. Rajeriarison, Dr. E. Roger, Dr. A. Radimbison, Mr. J.P. Paddock et l'Université d'Antananarivo, Département Biologie et Ecologie Végétales. Nous adressons également nos remerciements à Mme T. Razafimahatratra, Mr. C. Henri, Mr. F. J. Andriamampiray responsables de WWF Montagne d'Ambre. Ce mémoire est sous financement de WWF auquel nous adressons nos vifs remerciements. Nous remercions également M. A. Rakotozafy, B. Rakotonirina, M. S. R. Rakotonandrasana. Ce mémoire est réalisé sous un accord de collaboration de WWF et le Département de Biologie et Ecologie Végétales de l'Université d'Antananarivo.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bardot Vaucoulon, M., 1991** : Analyse floristique et mise en évidence des groupes écologiques sur faciès karstique dans le Massif d'Ankarana (Zone Lac Vert). Mémoire de DEA. Faculté de Sciences. Antananarivo : 90p.
- Battistini, 1965** : Problèmes géomorphologiques de l'Extrême Nord de Madagascar. Rev. Geogr. n°7 : 60p.
- Braun Blanquet, J., 1965** : Plant Sociology. The study of plant communities Hefner Publishing Company. New York and London: 40p.
- Dajoz, R. 1975** Précis d'écologie. Gauthiers, Villars : 549p.
- Donque G., 1975** : Contribution géographique à l'étude du climat de Madagascar. Tananarive : 468 p
- Duvigneaud, P., 1980** : La synthèse écologique. Doin-Paris : 308 p.
- Gounot , M. 1969** : Méthode d'étude quantitative de végétation. Masson Paris : pp1-14p.

- Guinochet, M., 1973** : la phytosociologie. Ed. Masson Collection d'Ecologie : 177p.
- Guillaumet, Koechlin J., 1971** : Contribution à la définition des types de végétation dans les régions tropicales (exemple de Madagascar). Condollea 26 : pp263-277.
- Karche, J.P., 1972** : Contribution à l'étude géologique de la Montagne d'Ambre et de régions voisines de Madagascar. Thèse de Doctorat à la Faculté des Sciences de l'Université de Besanson. CNSR Tomes I, II, III : 638 .
- Lemee, G., 1978** : Précis d'écologie végétale. Masson-Paris : 292p.
- Malcomber, 1993** : Botanical Checklist of Montagne d'Ambre National Parc. Missouri Botanical Garden : 45 p.
- Perrier de la Bathie, H., 1936** : Biogéographie des plantes de Madagascar. Paris, Société d'édition géographique maritime et coloniale : 253p.
- Ramangason, G. S., 1986** : Analyse de la structure horizontale et verticale de la forêt sèche d'Ampijoroa. Thèse de Doctorat du « 3ème cycle, option Ecologie Végétale. Université d'Antananarivo : 183 p.
- Ranaivomanantsoa, A., F., E., 1995** : Analyse de l'occupation des sols en vue d'une meilleure gestion des ressources naturelles du PN de la Montagne d'Ambre. Mémoire de fin d'étude. EESS Agro-Departement Eaux et Forêts Antananarivo : 58 p.
- Rasolonandrasana, B.P.N., 1994** : Contribution de l'alimentation de *Cryptoprocta ferox* Bennet 1839 dans son milieu naturel à partir d'examen coprologiques des deux sites : le PN n° 1 de la Montagne d'Ambre CNDRO et la concession forestière du CFPF Kirindy Morondava. Mémoire de DEA en Anthropologie. Faculté des Sciences Antananarivo: 86p.
- Rossi, G. 1974** : Les divisions régionales de l'extrême Nord de Madagascar. Madagascar Rev. Géogr. N°24 : pp75-84.
- Rossi, G. 1976** : Problèmes biogéographiques de l'Extrême Nord de Madagascar. Madagascar Rev. Géogr. N°28 : pp133-154.
- Salomon, J., N., 1994** : La déforestation à Madagascar- Une dynamique inquiétante. In « environnement en milieu tropical » Actualité Scientifique. ESTEM : pp127-137.

ANNEXE : Liste floristique du parc national de la montagne d'ambre

N°	Nom de l'espèce	Nom local	Famille	TB	Aff Bio	Présence par type						
						1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Hypoestes sp1</i>		ACANTHCEAE	nP	Trop			x	x		x	
2	<i>Hypoestes sp2</i>	Beloalika	ACANTHCEAE	nP	Trop				x			
3	<i>Hypoestes sp3</i>	Beloalika	ACANTHCEAE	nP	Trop	x	x	x				
4	<i>Hypoestes sp4</i>	Beloalika	ACANTHCEAE	nP	Trop		x					
5	<i>Hypoestes sp5</i>	Beloalika	ACANTHCEAE	nP	Trop		x					
6	<i>Hypoestes sp6</i>		ACANTHCEAE	nP	Trop			x				
7	<i>Justicia</i>		ACANTHCEAE	Ch					x			
8	<i>Strobilanthes madagascariensis Baker</i>	Beloalika	ACANTHCEAE	nP	End	x	x	x	x			
9	<i>Alangium griseoleoides</i>	Hazofotsy	ALANGIACEAE	mP					x			
10	<i>Micronychia tsiramiramy</i>	Famakivato	ANACARDIACEAE	µP						x		
11	<i>Poupartia caffra (Sond) H. Perr.</i>	Sakoana	ANACARDIACEAE	µP	Afr				x			
12	<i>Poupartia sylvatica H. Perr.</i>	Sakoala	ANACARDIACEAE	µP	End					x		
13	<i>Protorhus ditimena H. Perr.</i>	Ompa	ANACARDIACEAE	µP	Afr. Mcar		X		x		x	x
14	<i>Rhus perrieri (Courchet) H. Perr.</i>	Mahabiboala	ANACARDIACEAE	mP						x		
15	<i>Soreindea madagascariensis Thou ex. DC</i>	Sondriy	ANACARDIACEAE	µP	End				x			
16	<i>Polyalthia oligosperma Danguy</i>	Ambavy	ANNONACEAE	mP	End		x	x	x		x	
17	<i>Popowia pilosa H. Baill.</i>	Fotsiavadika	ANNONACEAE	L	End				x		x	
18	<i>Popowia sp.</i>	Hidiny	ANNONACEAE	L							x	
19	<i>Xylopiya buxifolia H. Baill.</i>	Hazoambo	ANNONACEAE	mP	End					x	x	
20	<i>Cabucala erythrocarpa (Vatke) Markgr</i>	Tandrokosal	APOCYNACEAE	µP	End				x			
21	<i>Carissa edulis Vahl.</i>	Fatsikakoho	APOCYNACEAE	mP	Cosm			x	x			
22	<i>Pandanus eusepala (ADC) Markgr</i>	Kabokala	APOCYNACEAE	µP	End		x	x	x			
23	<i>Ilex mitis (L) Radlk</i>	Hazonrano	AQUIFOLIACEAE	mP	Cosm		x		x		x	x
24	<i>Pothos scandens</i>	Vahamitampana	ARACEAE	L					x			
25	<i>Gastonia duplicata</i>	Taolandoha	ARALIACEAE	mP			x		x			x
26	<i>Polyscias omifolia</i>	Maimboloha	ARALIACEAE	mP		x						
27	<i>Polyscias sp.</i>	Taolandoha	ARALIACEAE	µP			x		x			x
28	<i>Schefflera monophylla</i>	Sarinonko	ARALIACEAE	µP		x						
29	<i>Schefflera vantsilana Baker</i>	Maimboloha	ARALIACEAE	µP	End	x						
30	<i>Marsdenia sp.</i>	Maikaty	ASCLEPIADACEAE	mP							x	
31	<i>Ctenitis sp1</i>	Tsetsikarafo	ASPIDIACEAE	Hc		x	x	x	x		x	x
32	<i>Ctenitis sp2</i>	Tsetsikarafo	ASPIDIACEAE	Hc		x	x		x			
33	<i>Asplenium herpetopteris Bak. masoulae (Bon.) Tard</i>	Ahidrano	ASPLENIACEAE	Ep								
34	<i>Asplenium nidus</i>	Ahaka	ASPLENIACEAE	Ep			x	x				x
35	<i>Ageratum conyzoides Ln.</i>	Bemaimbo	ASTERACEAE	Th	Am Trop.							x
36	<i>Brachylaena merana (Bak.) H. Humb.</i>	Merana	ASTERACEAE	µP	End						x	
37	<i>Centauroopsis rhaponticoides (Bak.) Drake</i>		ASTERACEAE	µP	End	x		x				
38	<i>Crassocephalum bojeri (DC) Robyns</i>		ASTERACEAE	Th	Afr. Trop Zanzi	x						
39	<i>Elephanthopus scaber L.</i>		ASTERACEAE	Th	Pantr op							x
40	<i>Emilia humifusa DC</i>	Tsihontsiho	ASTERACEAE	Th	End							x
41	<i>Psiadia altissima (DC) Benth et Hook</i>	Dingadingan	ASTERACEAE	µP	End							x

		a																
42	<i>Vernonia candara</i> Drake	Dingadingan a	ASTERACEAE	μP	End	x												
43	<i>Vernonia</i> sp.		ASTERACEAE	nP														x
44	<i>Impatiens</i> sp1		BALSAMINACEAE	Th														x
45	<i>Impatiens</i> sp2	Hazorano	BALSAMINACEAE	Th														x
46	<i>Colea tetragona</i> DC	Lavavao	BIGNONIACEAE	μP	End													x
47	<i>Kigelinanthe macrantha</i> H. Perr	Somotsoy	BIGNONIACEAE	mP	End													x
48	<i>Phyllarthron madagascariensis</i> K. Schum	Toiravina	BIGNONIACEAE	mP	End	x												x
49	<i>Stereospermum euphoroides</i> DC	Voakazomel oka	BIGNONIACEAE	μP	Mcar- Asie- Afr													x
50	<i>Blechnum baken</i>	Fanjano	BLECHNACEAE	nP														x
51	<i>Blechnum</i> sp.	Tsetsikarafa	BLECHNACEAE	Ep														x
52	<i>Codia</i> sp.	Varoala	BORRAGINACEAE	μP														x
53	<i>Canarium madagascariensis</i> Engler	Ramy	BURSERACEAE	mP	End													x
54	<i>Commiphora lasiodisca</i>	Fanampong a	BURSERACEAE	mP														x
55	<i>Commiphora stellulata</i> G. Perr.	Mantambelo na	BURSERACEAE	mP	End													x
56	<i>Rhipsalis madagascariensis</i>	Tsipototra	CACTACEAE	Ep	End													x
57	<i>Cinnamosma fragrans</i> H. Bn.	Mandravasara otra	CANNELACEAE	mP	End													x
58	<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	Motrobetinan a	CANNELACEAE	μP	End													x
59	<i>Crataeva obovata</i> Vahl	Katrafay	CAPPARIDACEAE	μP	End													x
60	<i>Thylachium</i> sp.	Tongotrakoh o	CAPPARIDACEAE	μP														x
61	<i>Thylachium sumangui</i> Boj. Hort, Maur.	Mafanatselik a	CAPPARIDACEAE	mP	End													x
62	<i>Claeodendron matifohoditra</i>		CELASTRACEAE	μP														x
63	<i>Mystoxylon aethiopicum</i> (Thumb) Loes	Fanazava	CELASTRACEAE	μP	Afr. Trop Am. Trop- Mcar													x
64	<i>Callophyllum recedens</i> Jum&Perr	Vitanona	CLUSIACEAE	mP	End													x
65	<i>Mammæa punctata</i>	Vavohitra	CLUSIACEAE	mP														x
66	<i>Ochrocarpus decipiens</i> H. Bn	Ditsaka	CLUSIACEAE	mP	End													x
67	<i>Rheedia pedicellata</i> H. Perr.	Tsimatimano ta	CLUSIACEAE	mP	End													x
68	<i>Rheedia</i> sp.	Tsimatimano ta	CLUSIACEAE	mP	Afr- Msca r													x
69	<i>Poivrea</i> sp.	Tamenaka	COMBRETACEAE	L														x
70	<i>Terminalia calcicola</i> H. Perr	Mantaliola	COMBRETACEAE	μP	End													x
71	<i>Terminalia leandriana</i> H. Perr	Amaninomb alahy	COMBRETACEAE	mP														x
72	<i>Coleotrype madagascariensis</i> Clarke	Hanitrakorab e	COMMELINACEAE	Ch	Afr. Trop.													x
73	<i>Kalanchoe ambrensis</i>		CRASSULACEAE	Ep	End													x
74	<i>Kalanchoe prolifera</i>	Sodifafana	CRASSULACEAE	Ch														x
75	<i>Weinmannia rutembergii</i> Engler	Lalona keliravina	CUNONIACEAE	mP	End													x

76	<i>Weinmannia sp.</i>	Lalona beravina	CUNONIACEAE	mP					x	x		
77	<i>Cyperus sp.</i>		CYPERACEAE	Hc	End	x						
78	<i>Cyathea sp.</i>	Fanjano	CYTHEACEAE	μP		x						
79	<i>Nephrolepis sp.</i>		DAVALLIACEAE	Hc								x
80	<i>Dichapetalium leucosia (Spreng) Engl.</i>	Vahivaky	DICHAPETALACEAE	L	End				x			
81	<i>Diospyros gracilipes Hiem</i>	Hazomafana	EBENACEAE	mP	End				x			
82	<i>Diospyros haplostylis Hiem</i>	Jaobiampototra	EBENACEAE	μP	End			x	x	x		
83	<i>Diospyros magnifolia</i>	Hazomafana	EBENACEAE	μP			x	x				x
84	<i>Diospyros mapingo H. Perr.</i>	Mapingo	EBENACEAE	mP	End				x	x		
85	<i>Diospyros microrhombus Hiem</i>	Jaobiampototra	EBENACEAE	μP	Ile France - Bourdo n-Mcar				x	x		
86	<i>Diospyros myriophyllata</i>	Mantadio	EBENACEAE	μP					x			
87	<i>Diospyros urschii H. Perr</i>	Hazomafana	EBENACEAE	μP	End				x			
88	<i>Elaeocarpus subserratus Baker</i>	Sana	ELAEOCARPACEAE	mP		x		x	x			x
89	<i>Agauria polyphylla</i>	Kavidinandrano	ERICACEAE	mP					x			
90	<i>Philipia sp.</i>	Anjavidy	ERICACEAE	nP		x						
91	<i>Erythroxylum sp1</i>	Ratendrika	ERYTHROXYLACEAE	μP	End					x		
92	<i>Erythroxylum sp2</i>		ERYTHROXYLACEAE	nP	End					x		
93	<i>Erythroxylum sphaeranthum H. Perr.</i>	Hazomena	ERYTHROXYLACEAE	mP	End		x	x	x			x
94	<i>Acalypha reticulata var. 1</i>	Hazoambo	EUPHORBIACEAE	mP						x		
95	<i>Acalypha reticulata var. 2</i>	Vahimena	EUPHORBIACEAE	L		x						
96	<i>Alchornea alnifolia</i>	Matifohoditra	EUPHORBIACEAE	μP					x	x		
97	<i>Antidesma petiolare Tul.</i>	Taindalitra	EUPHORBIACEAE	mP	End		x		x	x		
98	<i>Bridelia tulasneana H. Ball</i>	Kitata	EUPHORBIACEAE	mP	End				x	x		x
99	<i>Croton sp1</i>	Harongampanihy	EUPHORBIACEAE	μP	End					x		
100	<i>Croton sp2</i>	Lazalaza beravina	EUPHORBIACEAE	mP	End				x			
101	<i>Croton sp3</i>	Lazalaza keliravina	EUPHORBIACEAE	μP	End					x		
102	<i>Croton sp4</i>	Manitravelo	EUPHORBIACEAE	μP	End	x						
103	<i>Deuteromallotus capuronii</i>		EUPHORBIACEAE	mP								x
104	<i>Domohinea perrieri</i>	Hazondomoina	EUPHORBIACEAE	μP	End				x			
105	<i>Drypetes madagascariensis (Lam) H. Humb & J. Leand</i>	Tsebabena	EUPHORBIACEAE	mP	End			x	x	x		
106	<i>Drypetes sp.</i>	Taipapango	EUPHORBIACEAE	mP				x	x			
107	<i>Euphorbia sp.</i>	Famanta	EUPHORBIACEAE	μP						x		
108	<i>Excoecaria sp.</i>		EUPHORBIACEAE	nP	End		x					
109	<i>Macaranga ferruginea</i>	Mokaranana	EUPHORBIACEAE	μP					x		x	x
110	<i>Macaranga sp.</i>	Mokaranana	EUPHORBIACEAE	mP		x		x			x	x
111	<i>Phyllanthus casticum Willem</i>	Matsikariva	EUPHORBIACEAE	μP						x		
112	Sapium melanostictum	Kitata	EUPHORBIACEAE	mP						x		
113	<i>Savia platyrhahis H. Baill.</i>	Ratendrika	EUPHORBIACEAE	nP	End				x			
114	<i>Securinea sp.</i>	Taipapango	EUPHORBIACEAE	mP					x	x		

N°	Nom de l'espèce	Nom local	Famille	TB	Aff Bio	Présence par type						
						1	2	3	4	5	6	7
115	<i>Thecacoris sp.</i>	Dingadingana	EUPHORBIACEAE	µP			x		x			
116	<i>Albizia fastigata</i>	Sambalahy	FABACEAE	mP					x			
117	<i>Albizia sp.</i>	Hitsakitsana	FABACEAE	µP							x	
118	<i>Bauhinia monandra</i>	Hotrombengy	FABACEAE	mP							x	
119	<i>Chadsia grandiflora</i>	Fanamo	FABACEAE	µP					x			
120	<i>Cordyla madagascariensis</i>	Madiroala	FABACEAE	mP							x	
121	<i>Dalbergia chlorocarpa</i>	Manary	FABACEAE	mP							x	
122	<i>Dalbergia sp.</i>	Manary boraka	FABACEAE	µP							x	
123	<i>Dalbergia trichocarpa Bak.</i>	Manary	FABACEAE	mP	End							x
124	<i>Desmodium frutescens</i>	Mamolakantsy	FABACEAE	Ch								x
125	<i>Dichrostachys richardianus</i>	Famoandambo	FABACEAE	µP								x
126	<i>Phylloxylon ensifolius</i>	Arahara	FABACEAE	µP				x	x			
127	<i>Strongylodon craveniae</i>	Vahakaribo	FABACEAE	L			x		x			
128	<i>Aphloia theiformis Bennet var1</i>	Ravimboafotsy	FLACOURTIACEAE	mP	End	x			x			
129	<i>Aphloia theiformis Bennet var2</i>	Ravimboafotsy	FLACOURTIACEAE	mP	End			x	x		x	x
130	<i>Casearia sp.</i>	Salama	FLACOURTIACEAE	mP				x	x		x	
131	<i>Flacourtia ludiaefolia</i>	Mangonga	FLACOURTIACEAE	µP							x	
132	<i>Homalium albiflorum (O. Hoffm) var. leucophloeum (Tul.) Baill.</i>	Hazombato	FLACOURTIACEAE	mP	End			x				
133	<i>Homalium niduflorum Baill.</i>	Hazombato	FLACOURTIACEAE	mP	End				x	x		
134	<i>Homalium sp.</i>	Janganito	FLACOURTIACEAE	µP					x			x
135	<i>Ludia dracaenoides H. Perr</i>	Tsilaitra	FLACOURTIACEAE	µP	End			x	x			
136	<i>Ludia sp.</i>	Marovahatra	FLACOURTIACEAE	mP					x			
137	<i>Ludia wikstroemiifolia</i>	Tsilaitra	FLACOURTIACEAE	nP	End						x	
138	<i>Physena madagascariensis Nor ex. Thouars</i>	Rasaonjoala	FLACOURTIACEAE	µP	End				x			
139	<i>Scolopia madagascariensis Sleumer</i>	Telotritry	FLACOURTIACEAE	nP	End		x					
140	<i>Flagerallaria indica</i>	Viko	FLAGELLARIACEAE	L					x			
141	<i>Streptocarpus sp.</i>		GESNERIACEAE	Ch		x						
142	<i>Hippocratea sp.</i>	Vahifotsy	HIPPOCRATEACEAE	L			x		x			
143	<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana	HYPERICACEAE	mP	Mascar -Afr. Trop							x x
144	<i>Psorospermum sp.</i>	Menavao	HYPERICACEAE	µP			x					
145	<i>Leptaulus madagascariensis</i>	Betapano	ICACINACEAE	µP	End				x	x		
146	<i>Ocotea caudatifolia</i>	Tavolo	LAURACEAE	mP			x	x	x			
147	<i>Ocotea humblotii Baillon</i>	Varongy	LAURACEAE	mP	End				x			x
148	<i>Ocotea nervosa Kosterm</i>	Tavolo	LAURACEAE	mP	End		x		x			x
149	<i>Potameia chartacea</i>	Nantomena	LAURACEAE	mP					x			
150	<i>Leea guineensis G. Don</i>	Sandrakidraky	LEEACEAE	µP	Afr.Co ngo- Mauric e- Réunio n		x	x	x			
151	<i>Aloe sp.</i>		LILIACEAE	Ch								x
152	<i>Asparagus vaginellatus Boj ex</i>	Tsimaty	LILIACEAE	Ch	End		x	x	x			

	Bak													
--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N°	Nom de l'espèce	Nom local	Famille	TB	Aff Bio	Présence par type								
						1	2	3	4	5	6	7		
153	<i>Dianella ensifolia</i> (L.) Redouté	Voamasonomy	LILIACEAE	Gp	Mcar.Ma scar. Asie trop. Ch. Med. Aus.			x					x	
154	<i>Dracaena reflexa</i> Lam. var1	Hasimpilo	LILIACEAE	µP							x			
155	<i>Dracaena reflexa</i> Lam. var2	Hasimpilo	LILIACEAE	nP					x	x				
156	<i>Dracaena</i> sp1	Hasimbe	LILIACEAE	mP					x					
157	<i>Dracaena</i> sp2	Hasimbola	LILIACEAE	Ch				x					x	
158	<i>Dracaena xiphophylla</i> Baker	Hasimbe	LILIACEAE	mP	End	x	x	x					x	x
159	<i>Anthocleista madagascariensis</i> Baker	Dedemo	LOGANIACEAE	mP	End	x	x						x	
160	<i>Mostuae brunonis</i> var1		LOGANIACEAE	µP	Afr. Trop- CI-Macar		x		x					
161	<i>Mostuae brunonis</i> var2	Kirandrambiavy	LOGANIACEAE	µP	Afr. Trop- CI-Macar					x	x			
162	<i>Nuxia involucrata</i> ADC	Valanirana	LOGANIACEAE	mP	End	x								
163	<i>Nuxia</i> sp.	Valanirana	LOGANIACEAE	mP					x				x	
164	<i>Strychnos decussata</i> (Pappe) Gilg.	Vakakoana	LOGANIACEAE	mP	Afr. Mcar					x	x			
165	<i>Strychnos madagascariensis</i> Poir	Telotritry	LOGANIACEAE	mP	End					x				
166	<i>Strychnos</i> sp.	Tsilanimboany	LOGANIACEAE	µP							x			
167	<i>Bakerella clavata</i> (Desrousse) S. Balle	Velona aiantona	LORANTHACEAE	Pa	End					x				x
168	<i>Marattia fraxinea</i> Sm.	Kobila	MARATTIACEAE	Hc	Réunion- Maurice- Asie- Aus.	x	x							
169	<i>Dichaetanthera oblongifolia</i> Baker	Votrotrokala	MELASTOMATAACEAE	µP	End	x				x	x			
170	<i>Grewesia</i> sp.		MELASTOMATAACEAE	Ch		x								
171	<i>Medenilla</i> sp.	Vatakasy	MELASTOMATAACEAE	Ep		x				x				x
172	<i>Memecylon longipetalium</i>	Tsimamasatsoky	MELASTOMATAACEAE	nP	End					x				
173	<i>Memecylon</i> sp1	Tombizo	MELASTOMATAACEAE	µP			x		x					
174	<i>Memecylon</i> sp2	Tsialitra	MELASTOMATAACEAE	µP							x			
175	<i>Lepidotrichilia ambrensis</i>	Tsiramiramy	MELIACEAE	mP	End		x	x	x					
176	<i>Malleastrum gracile</i>	Hazomboay	MELIACEAE	µP				x	x					
177	<i>Malleastrum pseudodipaurationum</i>	Zalimentiala	MELIACEAE	mP			x	x	x			x		
178	<i>Malleastrum rakotozafyi</i>	Zalimentiala	MELIACEAE	nP	End					x	x			x
179	<i>Neobeguea ankaranensis</i>	Gavoala	MELIACEAE	mP							x			
180	<i>Trichilia</i> sp.	Taborinakoho	MELIACEAE	µP						x				
181	<i>Turreae</i> sp.	Fanazavala	MELIACEAE	µP				x						
182	<i>Spirospermum penduliforme</i>	Telotritry	MENISPERMACEAE	µP	End					x	x			
183	<i>Hedycaryopsis</i> sp.	Ambora	MONIMIACEAE	mP	End	x	x							
184	<i>Tambourissa rota</i> Bak.	Ambora	MONIMIACEAE	mP	End	x	x		x					x
185	<i>Tambourissa thouvenotii</i>	Ambora	MONIMIACEAE	µP	End			x				x	x	
186	<i>Grevea madagascariensis</i> Baill.	Tapatrozona	MONTINIACEAE	µP	End						x			
187	<i>Bosqueia</i> sp.	Tsitindry	MORACEAE	µP	End					x				

III- Ecologie et écophysiologie

188	<i>Ficus baronii</i> Bak.	Amontana	MORACEAE	L	End		x											
189	<i>Ficus megapoda</i> Bak.	Mandresy	MORACEAE	mP	End					x								
190	<i>Ficus pyrifolia</i> Lank.	Nonosay	MORACEAE	L	End					x								x
191	<i>Ficus soroceoides</i> Bak.	Ampaly	MORACEAE	μP	End												x	
192	<i>Ficus soroceoides</i> Bak.	Lonjo	MORACEAE	mP	End	x	x	x	x	x	x	x						
193	<i>Ficus sp1</i>	Fompony	MORACEAE	mP	End													
194	<i>Ficus sp2</i>	Vahitsavoraiky	MORACEAE	L	End		x			x								
195	<i>Maillardia sp.</i>	Bejofo	MORACEAE	mP			x	x	x									
196	<i>Pachytrophe dimepate</i>	Manorivelo	MORACEAE	mP	End													x
197	<i>Maesa lanceolata</i> Forsk	Rafy	MYRSINACEAE	μP	Afr- AngolaAr abie- Mcar												x	
198	<i>Oncostemon batryoides</i> Baker	Tsatoky	MYRSINACEAE	nP	End													x
199	<i>Oncostemon elephantipes</i> H. Perr	Tsatoky menataho	MYRSINACEAE	μP	End													x
200	<i>Oncostemon sp1</i>	Tsatoky	MYRSINACEAE	μP	End	x	x	x	x	x								x
201	<i>Oncostemon sp2</i>	Tsatoky	MYRSINACEAE	μP	End	x												
202	<i>Oncostemon sp3</i>	Tsatoky	MYRSINACEAE	mP	End	x	x	x	x	x								x
203	<i>Eugenia sp.</i>	Tsimamasatsoky	MYRTACEAE	μP														x
204	<i>Psidium guayava</i> Berg.	Goavy	MYRTACEAE	nP	Am. Trop.													x
205	<i>Syzigium emirnensis</i> Bak.	Rotromena	MYRTACEAE	mP	End	x	x	x	x	x								x
206	<i>Syzigium emirnensis</i> Bak. <i>Fa cuneifolia</i> H. Perr.	Rotrofotsy	MYRTACEAE	mP	End													x
207	<i>Diporidium ciliatum</i> (Lamk) H. Perr	Moramena	OCHNACEAE	μP	End													x
208	<i>Olax dissitiflora</i>	Kombimbala	OLACACEAE	mP	End													x
209	<i>Comoranthus minor</i> H. Perr	Vavaloza	OLEACEAE	mP	End													x
210	<i>Noronhia sp1</i>	Tsilaitra	OLEACEAE	μP	End													x
211	<i>Noronhia sp2</i>	Tsilaitra	OLEACEAE	μP	End													x
212	<i>Noronhia sp3</i>	Varongy	OLEACEAE	mP	End	x	x	x	x	x								x
213	<i>Noronhia sp4</i>	Tsilaitra	OLEACEAE	mP	End													x
214	<i>Olea madagascariensis</i> Boiv. ex Perr	Taimbarika	OLEACEAE	mP	End		x	x	x	x								
215	<i>Angraecum eburneum</i> Bory		ORCHIDACEAE	Ep			x											
216	<i>Angraecum sp.</i>		ORCHIDACEAE	Ep														x
217	<i>Cynorkis sp.</i>		ORCHIDACEAE	Gp														
218	<i>Liparis sp.</i>	Sofindambo	ORCHIDACEAE	Gp			x											
219	<i>Lissochilus sp.</i>		ORCHIDACEAE	Gp				x										x
220	<i>Phayus sp.</i>		ORCHIDACEAE	Gp														x
221	<i>Polystachia sp.</i>	Sofindambo	ORCHIDACEAE	Gp														x
222	<i>Dypsis pinnatiforus</i>	Kindrobe	PALMAE	μP	End		x											x
223	<i>Dypsis sp.</i>	Kindrokeliravina	PALMAE	μP	End	x												x
224	<i>Pandanus sp1</i>	Obaka	PANDANACEAE	μP														

N°	Nom de l'espèce	Nom local	Famille	TB	Aff Bio	Présence par type						
						1	2	3	4	5	6	7
225	<i>Pandanus sp2</i>	Vakoa	PANDANACEAE	μP			x	x	x			
226	<i>Pandanus sp3</i>	Vakoa	PANDANACEAE	μP					x	x	x	
227	<i>Andenia sp.</i>	Vahimitombo	PASSIFLORACEAE	L						x		
228	<i>Uncarina sp1</i>	Lelanaomby	PEDALIACEAE	nP						x		
229	<i>Uncarina sp2</i>	Tsipiretika	PEDALIACEAE	nP						x		
230	<i>Piper borbonense</i>	Tongatra	PIPERACEAE	Ch			x		x			x
231	<i>Pittosporum ochrosiaefolium</i> Bojer	Maimbovitsika	PITTIOSPORACEAE	μP	End		x	x	x	x		x
232	<i>Olyra latifolia</i>	Viko	POACEAE	HC					x			
233	<i>Setaria sp.</i>	Ahipody	POACEAE	HC		x	x		x			x
234	<i>Lonchitis sp.</i>	Ahibola	POLYPODIACEAE	Ep					x			
235	<i>Phymatodes scolopendris</i> Ching	Telosampana	POLYPODIACEAE	HC					x			
236	<i>Platycerium sp.</i>		POLYPODIACEAE	Ep						x		
237	<i>Pteridium aquilium</i>	Tsipangapanga	PTERIDACEAE	HC	Pantro p.	x						x
238	<i>Gouania lineata Tul.</i>	Vahitsivory	RHAMNACEAE	L	End		x		x			
239	<i>Macarisia lanceolata Baill.</i>	Hazomalany	RHIZOPHORACEAE	mP						x		
240	<i>Rhopalocarpus alternifolius</i> (Baker) R Cap.	Hafotrakora	RHOPALOCARPACEAE	mP	End				x			
241	<i>Rhubus sp.</i>	Voaroiala	ROSACEAE	L		x						x
242	<i>Adina microcephala</i>	Sohihy	RUBIACEAE	mP					x			
243	<i>Breonia inermis</i>	Valotra	RUBIACEAE	mP					x	x		
244	<i>Canthium medium</i>	Fatsikahitra	RUBIACEAE	mP	End	x	x		x	x		
245	<i>Canthium sp1</i>	Fatsikahitra	RUBIACEAE	mP	End			x	x	x		x
246	<i>Canthium sp2</i>		RUBIACEAE	μP	End							
247	<i>Canthium sp3</i>	Sofinakomba	RUBIACEAE	μP	End			x				x
248	<i>Canthium sp4</i>		RUBIACEAE	mP	End		x					
249	<i>Canthium sp5</i>	Menavao	RUBIACEAE	nP	End		x					
250	<i>Chassalia sp.</i>		RUBIACEAE	μP					x			
251	<i>Coffea bertrandi</i>	Kafeala fotsitaho	RUBIACEAE	mP				x	x			
252	<i>Coffea buxifolia</i>	Kafeala	RUBIACEAE	mP		x	x		x			
253	<i>Coffea sp1</i>	Sifo	RUBIACEAE	μP					x			
254	<i>Coffea sp2</i>	Kafeala fotsitaho	RUBIACEAE	nP						x		
255	<i>Coffea sp3</i>		RUBIACEAE	nP						x		
256	<i>Enterospermum pruinatum</i>	Antsomay	RUBIACEAE	μP					x	x		
257	<i>Fernelia ciliolata</i> (A. Chev.) R; Cap.	Taolanosy	RUBIACEAE	μP						x		
258	Gaertnera sp1		RUBIACEAE	μP	End			x	x			x
259	<i>Gaertnera sp2</i>	Kafeala	RUBIACEAE	μP	End		x		x			x
260	<i>Gyrostipula foveolata</i>	Sohiala	RUBIACEAE	μP			x	x	x			
261	<i>Hymenodyction sp.</i>	Malazovoavy	RUBIACEAE	mP					x			
262	<i>Ixora sp.</i>	Menavao	RUBIACEAE	μP	End				x			
						1	2	3	4	5	6	7
263	<i>Psychotria sp1</i>		RUBIACEAE	nP	End		x					
264	<i>Psychotria sp2</i>		RUBIACEAE	nP	End				x			
265	<i>Psychotria sp3</i>		RUBIACEAE	nP	End							x

266	<i>Psychotria sp4</i>		RUBIACEAE	μP	End				x			
267	<i>Rothmannia foliacea</i>	Mantalany beravina	RUBIACEAE	mP					x			
268	<i>Saldinia sp.</i>		RUBIACEAE	μP		x	x		x		x	
269	<i>Schismatoclada sp.</i>		RUBIACEAE	μP				x				
270	<i>Tarenna thouarsiana Drake Homolie</i>	Kafeala	RUBIACEAE	mP			x	x	x	x		
271	<i>Urophyllum lyallii</i>		RUBIACEAE	μP		x				x	x	
272	<i>Evodia bilahe</i>	Bilahy	RUTACEAE	μP							x	
273	<i>Toddalia asiatica Lamk.</i>		RUTACEAE	L	Afr- Mscar- Sych- Indoch					x		
274	<i>Vepris fitoravina H. Perr.</i>	Mahogoala	RUTACEAE	nP	End			x	x			
275	<i>Vepris nitida Verdroom</i>	Sarintsoa	RUTACEAE	nP	End			x	x			
276	<i>Vepris sp.</i>	Ampoky	RUTACEAE	μP				x	x			
277	<i>Xanthoxylum sp.</i>	Fahavalonkazo	RUTACEAE	μP			x		x			
278	<i>Zanthoxylum tsihanimposa</i>	Tsihanimposa	RUTACEAE	mP	End				x			
279	<i>Allophylus "cobbe" arboreus</i>	Amborasahy	SAPINDACEAE	nP	Trop				x			
280	<i>Allophylus "cobbe"</i>	Matifohoditrana	SAPINDACEAE	mP	Trop	x		x	x	x		
281	<i>Deinbillia neglecta Radalk</i>	Kitsongonambo	SAPINDACEAE	L					x			
282	<i>Macphersonia gracilis</i>	Somotrorana	SAPINDACEAE	μP	End				x	x		
283	<i>Macphersonia radikoferi R. Capuron</i>	Kahia	SAPINDACEAE	mP					x	x		
284	<i>Neotina isoneura</i>	Sanira	SAPINDACEAE	mP	End	x	x	x	x			
285	<i>Plagioscyphus jumellei (Choux) R. Cap.</i>	Sanira	SAPINDACEAE	μP	End				x			
286	<i>Pseudopteris decipiens</i>	Hazomananjara	SAPINDACEAE	mP					x			
287	<i>Stadmannia acuminate R. Capfa ambrensis</i>	Sanira	SAPINDACEAE	μP	End				x			
288	<i>Capurodendron madagascariensis (Lec.) Aubr</i>	Rehiaka	SAPOTACEAE	mP	End				x			
289	<i>Chrysophyllum madagascariensis</i>	Famelona	SAPOTACEAE	mP	End		x	x	x			
290	<i>Mimusops sp.</i>	Nantoberavina	SAPOTACEAE	mP					x			
291	<i>Sideroxylon betsimisarakum</i>	Nantomanamotana	SAPOTACEAE	μP					x			
292	<i>Sideroxylon saxorum Lec. var saxorum</i>	Nantofotsy	SAPOTACEAE	mP	End			x	x			
293	<i>Solanum torvum</i>	Angivinambo	SOLANACEAE	μP								
294	<i>Dombeya biumbellata</i>	Hazopotsy	STERCULIACEAE	L	End	x						
295	<i>Dombeya biumbellata Baker var villosistyla JA</i>	Hazopotsy	STERCULIACEAE	mP		x	x		x			
296	<i>Dombeya cymosa umbellatae JA (subsect)</i>	Hafomena	STERCULIACEAE	mP			x	x	x	x	x	
297	<i>Dombeya sp.</i>	Nana	STERCULIACEAE	mP	End	x						
298	<i>Hildegardia erythrosiphon (H. Bail) Kostern</i>	Aboringa	STERCULIACEAE	mP						x		
299	<i>Nesogordonia monantha J. Arens</i>	Hazomena	STERCULIACEAE	μP	End				x			
300	<i>Octolepsis dioica R. Cap.</i>	Telotritry	THYMELACEAE	μP				x	x	x		
301	<i>Grewia picta H. Baillon</i>	Selimavo	TILIACEAE	μP						x		
302	<i>Grewia sp1</i>	Selimalalia	TILIACEAE	mP			x		x	x		

303	<i>Grewia sp2</i>	Sely	TILIACEAE	μP				x	x	x			
304	<i>Grewia sp3</i>	Selifotsy	TILIACEAE	mP					x				
305	<i>Sparmannia discolor Bak.</i>	Selibereko	TILIACEAE	μP					x				
306	<i>Trema orientalis Bl.</i>	Angezo	ULMACEAE	mP	Pantro p.							x	
307	<i>Boehmeria sp.</i>	Tranondita	URTICACEAE			x							
308	<i>Urera sp</i>	Arakasaka	URTICACEAE	μP						x			
309	<i>Clerodendrum sp1</i>	Vahitonganaomby	VERBENACEAE	L				x	x				
310	<i>Clerodendrum sp2</i>	Roiavotra	VERBENACEAE	L			x		x				
311	<i>Clerodendrum sp3</i>	Vatoa	VERBENACEAE	μP					x	x			
312	<i>Lantana camara</i>	Kalabera	VERBENACEAE	μP	Cosmo								x
313	<i>Stachytarpheta jamaicensis Vahl.</i>	Sadany	VERBENACEAE	Ch	Pantro p.								x
314	<i>Vitex chrysomallum Steud var tomentella Moldenke</i>	Voatsikomoka	VERBENACEAE	mP	End				x	x			
315	<i>Vitex sp.</i>	Hazondita	VERBENACEAE	mP						x			
316	<i>Vitex waterlotii Danguy</i>	Voatsikomoka	VERBENACEAE	mP	End		x						
317	<i>Rinorea angustifolia H. Ben</i>	Hazondomoina	VIOLACEAE	μP	End				x				
318	<i>Rinorea spinosa H. Ben</i>	Tsibabena	VIOLACEAE	mP	End			x	x				
319	<i>Clynogyne sp.</i>		ZINGIBERACEAE	Gp					x		x	x	

TB : Type Biologique
 mP : Mesophanérophyte
 μP : Microphanérophyte
 Ch : Chaméphyte
 HC : Hémicryptophyte
 Th : Therophyte
 L : Liane
 Gp : Géophyte
 Ep : Epiphyte
 Aff. Bio : Affinité biogéographique
 End : Endémique
 Cosmo : Cosmopolite
 Pantrop : Pantropical
 Trop : Tropical
 Afr : Afrique
 Mascar : Mascareignes
 Mcar : Madagascar
 Seych : Seychelles
 Indoch : Indochine
 Aus : Australie
 Am : Amérique
 Ch. med : Chine méridionale
 CI : Côte d'Ivoire
 Zanzi : Zanzibar
 X : présence

APPROCHE SUR LA DYNAMIQUE DES FORMATIONS VEGETALES DE LA RESERVE EXPERIMENTALE DE VOHIMANA

Hery Zo HASINIAINA MBOLATIANA, Charlotte RAJERARISON,

Marie Agnès RADIMBISON, Edmond ROGER

BP 906. Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences, Université
d'Antananarivo

RESUME

Cette étude a permis d'étudier la dynamique de la formation végétale de la région de *Vohimana*. L'évolution de la formation végétale varie en fonction du type de végétation de la parcelle, de la fréquence du *tavy* et sa mise en jachère.

La connaissance de la dynamique des *savoka*, et des modalités de réintroduction d'espèces susceptibles d'être utilisées pour la restauration écologique sont utiles pour pouvoir choisir le type de *Savoka* sur lequel cette restauration écologique pourra être menée.

Mots clés : Evolution, dynamique, formation anthropisée, *savoka*, Restauration écologique, Réserve expérimentale de *Vohimana*.

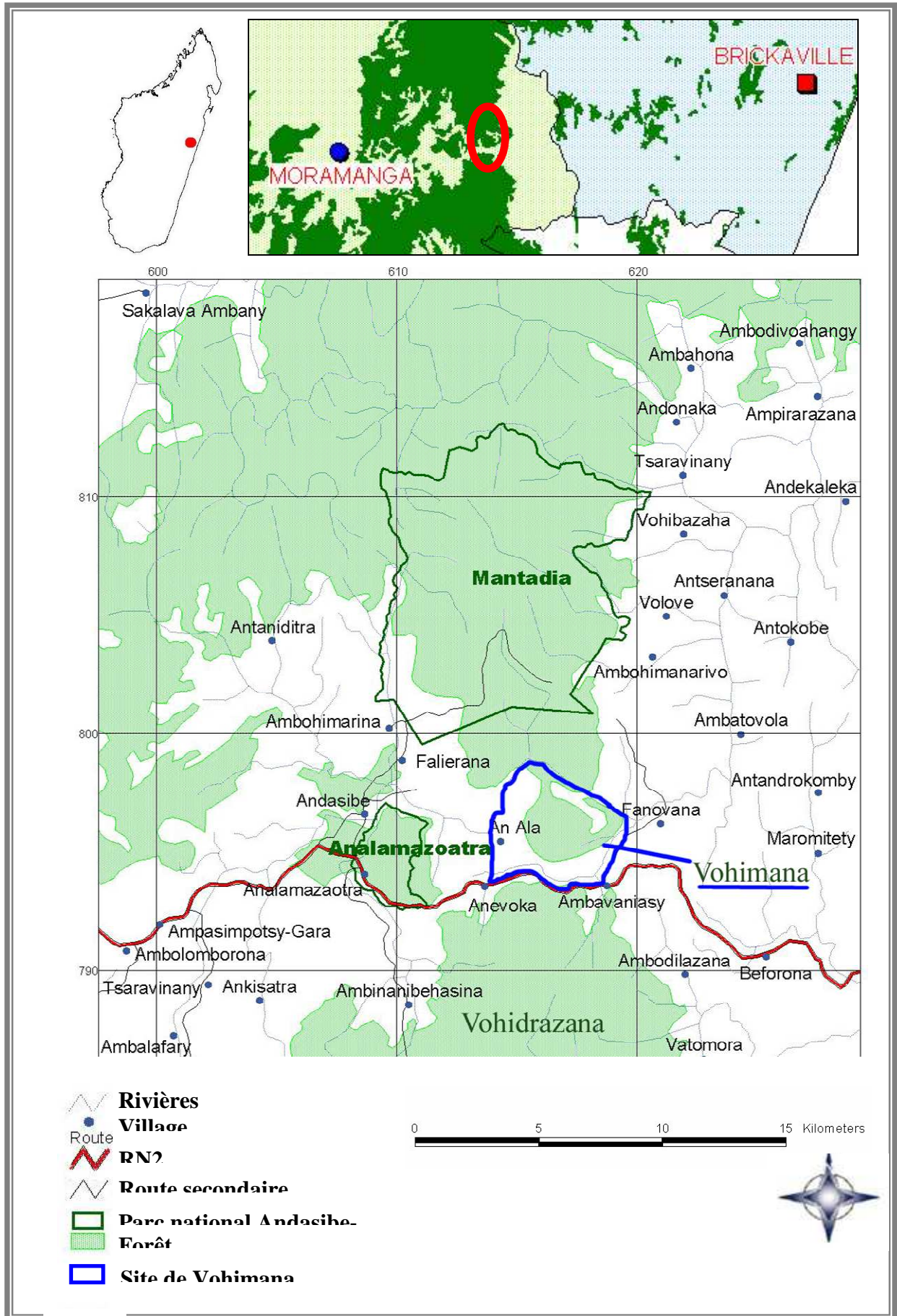
1. INTRODUCTION

La région de *Vohimana* constitue un site prévu pour la restauration écologique qui a pour objectif de conserver la biodiversité de la région. Pour se faire, des études de la dynamique de la formation végétale dans cette région sont importantes afin de choisir les sites propices pour la restauration.

Vohimana est une réserve expérimentale gérée par l'ONG l'Homme et l'Environnement (MATE) depuis 2003, couvrant une superficie de 1635 ha (Buron, 2004). Il se trouve entre les latitudes Sud 18° 54'/18° 56' et les longitudes Est 48° 28'/48° 31' (Andrianaivo H. F., 2005), composante de la préfecture de Moramanga et de la région d'Alaotra Mangoro. La forêt de *Vohimana* fait partie du corridor Maromizaha - Réserve Perinet et Parc National de Mantadia (Andrianaivo, 2005) (carte 1). La région est sous climat tropical humide (Ralaiarimalala, 2005) caractérisé par une précipitation moyenne annuelle de 3 431 mm et une température moyenne de 20.4°C.

2. METHODOLOGIE

La dynamique de la formation végétale de *Vohimana* a été obtenue en analysant les résultats des méthodes suivantes :



Carte n°1 : Carte de localisation de Vohimana
 [Source VAN OENE, 2005 (MATE), modifiée par l'auteur]

2.1 Enquêtes ethnobotaniques

Elles ont été menées pour avoir le maximum d'informations, d'une part, sur l'utilisation des formations végétales de la région, d'autre part, sur l'évolution de ces formations. Elles ont été faites auprès des personnes pratiquant des activités diverses (guides, pépiniéristes, paysans, marchands, collecteurs, tangalamena, responsables Administratifs, propriétaires de terrains) et choisies en fonction de leur appartenance aux deux fokontany Anevoka et Fanovana.

L'enquête a été menée sous forme de dialogue ; des séries de questions préalablement établies ont été posées et introduites au fur et à mesure de la discussion.

2.2 Méthode de Braun Blanquet

Cette méthode permet de faire une étude quantitative des forêts secondaires et des savoka de différents âges, de nombre de défriches différent sur une surface homogène, appelée « placeau » (figure 1), et de déterminer le type de formation végétale existant dans la zone d'étude. Les paramètres étudiés sont : l'altitude, la pente, la position topographique, l'exposition, l'orientation, l'âge et le nombre de défriches (pour les Savoka), le nombre du passage du feu ou de prélèvement de bois (pour les forêts secondaires), la présence et absence, la hauteur du fût, la hauteur maximale, le diamètre à hauteur de poitrine ou diamètre maximal, la phénologie, l'abondance, le recouvrement (pour les herbacés), la stratification et les types biologiques selon la classification de Raunkiaer (1905).

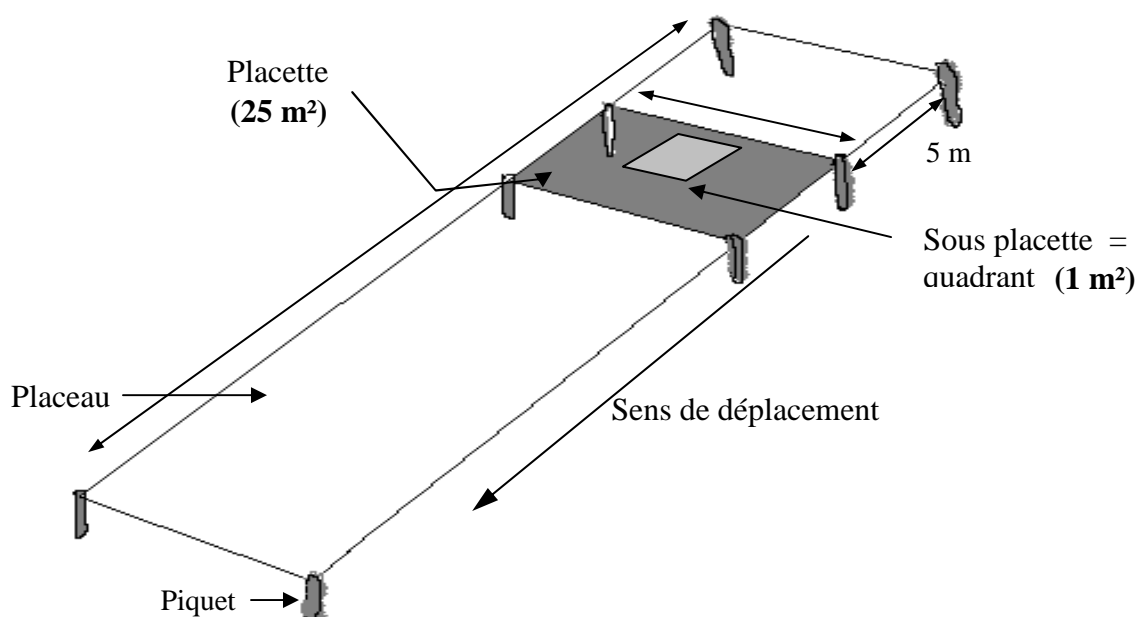


Figure 1: Placeau de Braun Blanquet

2.3 Etude du sol

Le sol et la plante présentent une relation de dépendance permanente : ainsi, lorsque la composition du sol change, la composition du type de végétation change. De plus, l'étude de la typologie de la végétation se fait aussi suivant les exigences écologiques, qui sont ici déterminées à partir de la texture du sol, de l'exposition (Randriamantena, 2003) des menaces qui pèsent sur les formations végétales ou les types de dégradation de ces dernières.

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Dans cette étude deux types de dynamique sont présentés, l'une est de perception paysanne et l'autre obtenue à partir des résultats des études effectuées.

3.1 Perception paysanne

La figure 1 montre l'évolution des formations végétales de Vohimana à partir des enquêtes menées.

- La présence de *Psiadia altissima* (dingadingana) associée aux espèces arbustives telles que *Lantana camara* (radriaka) ou *Harungana madagascariensis* (harongana) après un certain temps de repos est pour les paysans, signe d'une évolution progressive. Dans cette évolution, le « dedeka 2 » ou savoka à *Psiadia altissima*, à *Lantana camara*, à *Rubus mollucanus* (takoaka), à *Paspalum conjugatum* (ahipisaka) et à Valeka, peut devenir « dedeka 1 », savoka composé de *Psiadia altissima*, *Harungana madagascariensis* associés à des espèces forestières si la formation ne subit pas le tavy. Le « dedeka 1 », évolue à son tour en « vadikatana » ou en « savoka mody ala » s'il n'y a pas de défrichement. Le « vadikatana » est caractérisé par la présence des espèces pionnières telles que *Harungana madagascariensis*, *Croton mongue* (molanga) et *Trema orientalis* (vakoka, andrarezina) associées avec des espèces forestières. Si la parcelle est totalement abandonnée, elle redevient forêt primaire. L'évolution est progressive si la formation tend vers la forêt primaire et si la perturbation est annulée.
- Par contre, la disparition successive des espèces arborées et arbustives après un certain nombre de tavy et l'apparition des espèces herbacées correspondent à une évolution régressive. L'absence de *Psiadia altissima*, est pour les paysans un indice d'infertilité du sol. La forêt devient « vadikatana » (formation végétale existant après un premier tavy) puis se transforme progressivement en jachère herbacée après plusieurs défrichements. Cette formation riche en *Sticherus flagellaris* (rangotohatra ou rangotra) et en *Imperata cylindrica* (tenona), indice d'une infertilité irréversible du sol, n'évolue plus. L'évolution est donc régressive si la formation tend vers une

formation herbeuse. Cette régression est favorisée par le maintien du défrichement.

3.2 Résultat des études effectuées

La figure 1 met en évidence la dynamique des formations végétales de Vohimana selon les études effectuées. Cette évolution dépend surtout du nombre de défriches subies par la formation. Plus le nombre de défriches augmente, plus l'évolution est régressive.

- l'évolution est régressive si le type de la végétation tend vers une formation herbeuse: le sol est très pauvre en litière et en humus. Les forêts primaire ou secondaire se transforment d'abord en savoka arboré encore riches en espèces forestières et pionnières (*Harungana madagascariensis* et *Croton mongue*). Puis, l'évolution régressive peut se produire de deux façons différentes :

Cas 1 : Le savoka arboré se transforme en savoka riche en *Ravenala madagascariensis*, en *Ravenea dransfieldii*, en *Clidemia hirta*, en *Megastachia* sp, en *Pteridium aquilinum* et en *Sticherus flagellaris* après avoir subi plusieurs (n) tavy sans aucun repos entre les défrichements successifs. Ce type de savoka n'évolue plus, il reste au stade pseudo climax caractérisé par la présence de *Pteridium aquilinum* et *Sticherus flagellaris*. Ces espèces rendent difficile l'installation des espèces ligneuses ainsi que la germination de leurs graines.

Cas 2 : Le savoka arboré évolue en savoka arbustif (riche en espèces herbacées et en fougère telle que *Pteridium aquilinum*) après un à neuf défrichements selon la nature du sol. Les espèces forestières disparaissent. *Harungana madagascariensis* est remplacée par *Trema orientalis*, il y a apparition de *Psiadia altissima* et d'autres espèces du savoka telles que *Rubus mollucanus*, *Morela spatulata*, *Aframomum angustifolium*, *Clidemia hirta*.

Ce savoka arbustif défriché peut se transformer en savoka riche en *Psiadia altissima*, en *Psidium cattleianum*, en *Paspalum conjugatum*, en *Clidemia hirta* et en *Sticherus flagellaris*, espèces caractéristiques des savoka. Si le tavy continue, *Psidium cattleianum* est remplacé par *Lantana camara*, et la formation devient de plus en plus herbeuse. Le stade ultime de l'évolution régressive est un savoka herbacé.

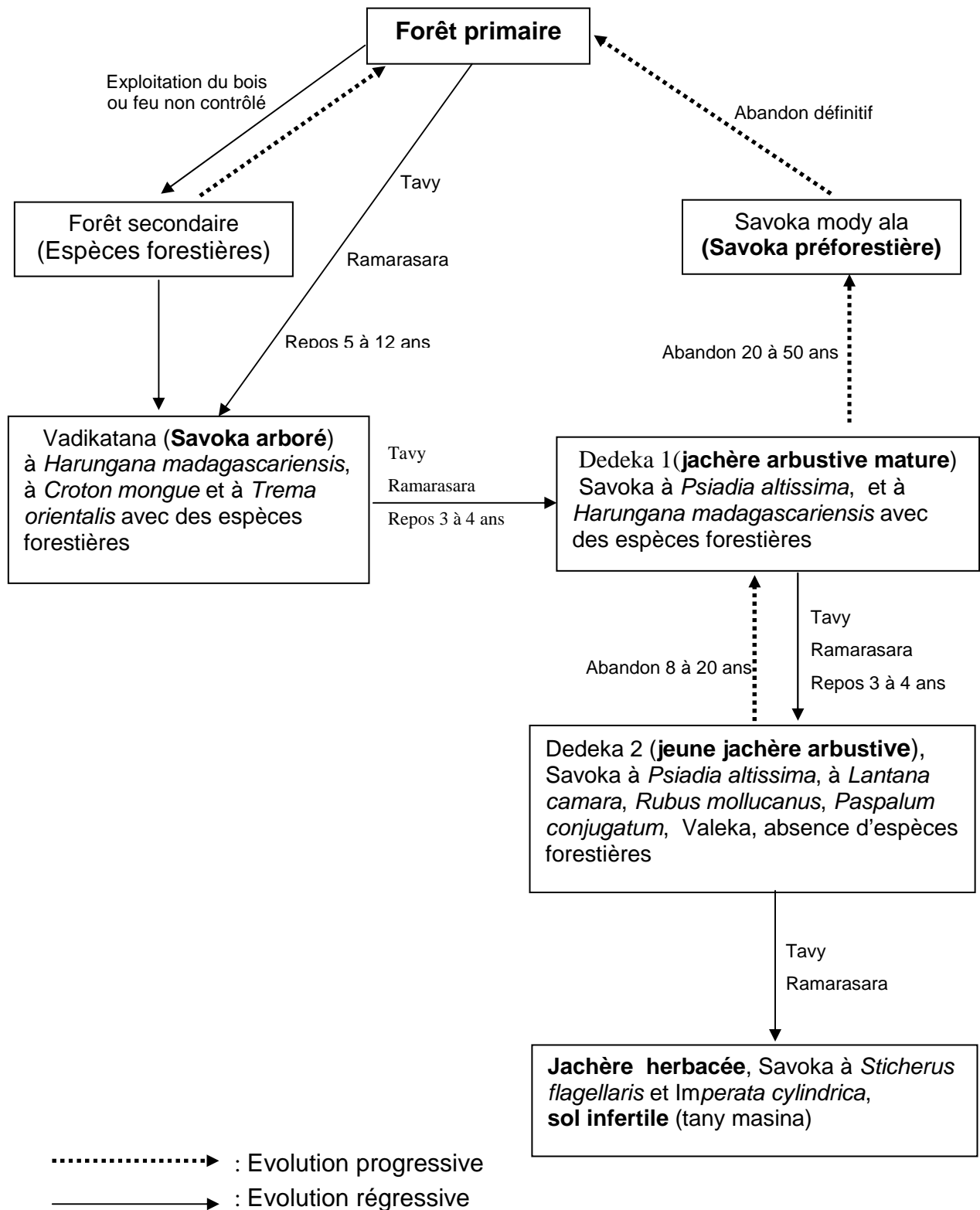


Figure 1: Evolution de la formation végétale selon la perception paysanne

- Cependant ces savoka à *Psiadia altissima*, à *Psidium cattleianum*, à *Paspalum conjugatum*, à *Clidemia hirta* peuvent évoluer en savoka arbustive riche en espèces pionnières (*Croton mongue* et *Trema orientalis*) (figure 2) après un abandon de 20 à 40 ans s'il n'y a pas encore installation de *Sticherus flagellaris* (espèce indiquant le stade pseudo climax). Leur sol est encore riche en humus et en litière permettant l'installation des espèces pionnières, la présence de ces espèces facilite le développement des espèces forestières, généralement sciaphiles en leur donnant de l'ombrage. Le savoka arbustif devient à son tour savoka arboré contenant à la fois des espèces pionnières telles que *Harungana madagascariensis* et *Croton mongue* et des espèces forestières comme *Ocotea* sp et *Eugenia emirnensis* après avoir été abandonné environ pendant 30 à 50 ans. Puis la formation devient une forêt secondaire. Cette évolution est possible tant que le sol est encore riche en litière et humus.
- L'évolution est donc progressive si le type de la végétation tend vers la forêt, c'est-à-dire si les formations végétales sont encore riches en espèces pionnières, et le développement des espèces forestières (espèces généralement sciaphiles) devient de plus en plus important. La végétation s'accroît en nombre d'espèces forestières et la taille des individus devient de plus en plus grande.

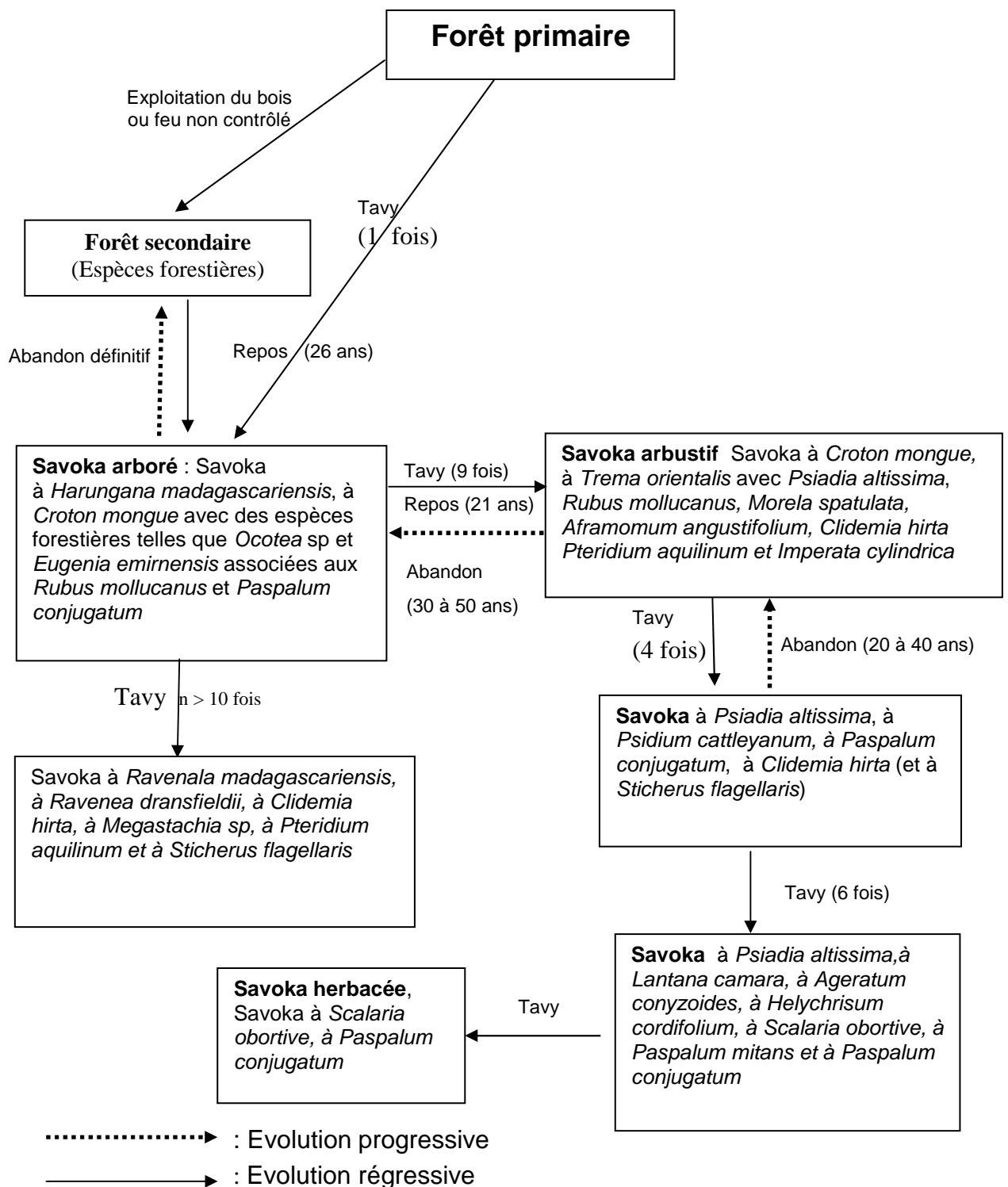


Figure 2: Evolution de la formation végétale selon les études effectuées

4. DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

4.1. Discussions

La richesse floristique et les espèces dominantes dans les savoka varient d'année en année ; ceci dépend de l'activité effectuée par la population riveraine qui travaille sur ces savoka. L'évolution des savoka peut être progressive stationnelle ou régressive selon la nature des perturbations subies par la formation.

Le tavy entraîne la disparition progressive des forêts primaires et amplifie l'installation de la végétation modifiée telle que la forêt secondaire et les savoka.

Cependant la pratique du feu est aussi responsable de la destruction irréversible de la forêt et de l'installation d'une formation très différente de l'originale : le premier tavy réalisé dans une forêt change le type de formation de la parcelle défrichée, si cette pratique se renouvelle, le sol s'épuise et devient infertile, conduisant à la disparition de certaines espèces végétales.

4.2 Recommandations

L'étude de la dynamique de la végétation a été réalisée en une courte durée (deux mois), temps insuffisant pour étudier le cycle phénologique et l'évolution d'une formation végétale. Aussi, l'étude du suivi de la succession des différentes espèces dans les différentes formations sera importante, ainsi que celle de la phénologie des espèces susceptibles d'être utilisées dans la restauration, et des espèces pionnières utiles pour assurer l'ombrage des espèces à restaurer.

5. CONCLUSION

Cette étude a permis d'obtenir des informations sur l'évolution de la formation végétale de la région de Vohimana. Deux types de dynamique de la formation végétale à Vohimana ont été identifiés : l'évolution est progressive lorsque l'apparition de nouvelles espèces forestières est de plus en plus importante, et la formation devient de plus en plus riche en espèces pionnières ou forestières telles que *Harungana madagascariensis*, *Croton mongue*, *Trema orientalis* ou *Eugenia emirimensis*, si la formation a subi un à neuf défrichements et mise en jachère pendant 21 à 26 ans, le sol est riche en humus et en litière.

L'évolution est régressive lorsque la formation tend vers une formation graminéenne avec une disparition progressive des espèces ligneuses. La formation a subi plusieurs tavy, l'épaisseur de l'humus et la litière sont faibles, les espèces sont à dominance herbeuse. Cette formation végétale tend toujours vers une végétation herbacée même si l'âge de repos est élevé.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont accompagnées lors de la réalisation de ce travail et ont témoigné de l'intérêt pour nos recherches.

Notre profonde gratitude se tourne particulièrement vers :

- tous les membres du projet FOREAIM, pour leurs conseils et leur assistance ainsi que l'appui financier et matériel dont nous avons bénéficié pour la réalisation de ce travail.

- l'ONG MATE (Man and The Environment) et a son équipe, de nous avoir permis d'intégrer dans leur site pour pouvoir réaliser ce travail.

- tous les guides de Vohimana, pour leur collaboration.

- tous les villageois de Vohimana pour leur accueil très chaleureux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Andrianaivo, H., F., 2005.- Position d'un schéma de développement agricole dans la région de VOHIMANA. Rapport de stage fin 4^{ème} année, mémoire, Université d'Antananarivo ESSA, Département Agriculture, 23p + annexes

Blanc- Pamard, C., Rebara, F., 2001.- L'école de la forêt dynamique, pionnière et construction du territoire. in Sociétés paysannes transitions agraires et dynamiques écologiques dans le Sud-Ouest de Madagascar, actes de l'atelier CNRE-IRD Antananarivo 8-10 Novembre 1999, éd. Scientifique, 400p

Buron, G., 2004.- Document cadre évolutif de gestion du site de développement et de conservation de Vohimana. Mémoire de stage. Institut Professionnalisé. MATE. 128p.

Cirad, Octobre – Décembre 1989.- L'agriculture itinérante sur brûlis. Revue de presse. 24p

Dajoz Roger, 1996.- Précis d'écologie, éd. Dunod, Paris, ISBN 210 003153 8, 551p

Duchaufour Ph., 1980.- Ecologie de l'humification et pédogenèse des sols forestiers. in Actualités d'écologie forestier, sol, flore, faune, éd. Bordas, collection Gautier-Villars, Paris, ISBN 2-04-010710-X, 517p.

Frederic clements E., 1949.- Dynamics of vegetation. ed. B.W. Allred and Edith S. CLEMENTS, New-York, USA, 296p

Grouzis, M., Milleville, P., 2001.- Modèle d'analyse de la dynamique des systèmes agro- écologiques. in Sociétés paysannes transitions agraires et dynamiques écologiques dans le Sud-Ouest de Madagascar, actes de l'atelier CNRE-IRD Antananarivo 8-10 Novembre 1999, éd. Scientifique, 400p

- Hurni, H., Ramamonjisoa, J., 1999.-** La dégradation des ressources naturelles sous culture sur brûlis : Etude de cas de la région de Beforona, Falaise Est de Madagascar in African mountain, development in a Changing World, AMA, UNU, AHI, ISBN 3-906151-33-6, 332p.
- Pfund, J., L., Brand, J., Ravoavy, L., Razafintsalama, V., 1997.-** Culture sur brûlis : Bilan de nutriments et successions écologiques. in Un système agro- écologique dominé par le Tavy : La région de Beforona, Falaise Est de Madagascar, Cahiers des études et recherches du projet Terre-Tany/ BEMA, n°6, 153p.
- Rahajanirina, V., V., Raivoarisoa, F., M., J., 2002.-** Inventaire floristique et enquêtes ethnobotaniques dans la forêt de VOHIMANA et ses alentours. L'homme et l'environnement, 29p. + annexes
- Ralaïarimalala, S. R., 2005.-** Etude des possibilités de mise en place des nouvelles techniques améliorées à VOHIMANA : cas des cultures maraîchers. 40p
- Razafy, F., L., 1991.-** Etude du dynamisme de la végétation à Andasibe. Mémoire de DEA en Sciences Biologiques Appliquées, option Ecologie Forestière, 57p + annexes

CARACTERISATION ECOLOGIQUE DE LA VEGETATION SITUEE HORS DES AIRES PROTEGEES DE SOALALA (Typologie, Evolution spatio-temporelle)

Tantely Fanomezana TIANARISOA, Agnès M. RADIMBISON

BP 906, Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences, Université
d'Antananarivo

RESUME

La présente étude a pour but de caractériser les différents types de formation végétale située hors des aires protégées de Soalala. La typologie, l'étude de l'évolution spatio-temporelle ont été réalisées ; des paramètres floristiques et écologiques ont été relevés. Cinq types de formations végétales ont été déterminés dans la zone d'étude : forêt dense sèche à *Erythrophleum coumninga* sur sol ferrugineux, forêt dense sèche à *Astrotrichilia asterotricha* sur sable, savane à *Bismarckia nobilis* fourré à *Euphorbia turicalli*, mangrove. En se dégradant, les forêts sur sols ferrugineux laissent peu à peu la place à la savane à *Rismarckia nobilis*. Les espèces *Euphorbia turicalli* et *Obetia radula* du fourré se propagent dans la forêt dégradée sur sable. La régénération naturelle est généralement bonne dans les différentes formations étudiées.

Mots clés : Soalala, typologie, écologie, végétation, évolution spatio-temporelle, dynamique.

1. INTRODUCTION

La flore malgache est considérée comme l'une des plus riches et des plus diversifiées du monde (Koechlin et al., 1974) avec un degré d'endémisme élevé. Une déforestation annuelle de 1,2% des formations forestières est souvent constatée. Des mesures de protection et de conservation ont été prises au niveau national (création d'aires protégées, élaboration d'une politique forestière) ; cependant, une grande partie de la biodiversité existe encore en dehors du système des aires protégées (Rajeriarison C., Faramalala M.H., 1994) ; aussi, ces mesures ne devraient pas se limiter aux aires protégées conventionnelles, elles devraient s'étendre aux autres étendues de terre écologiquement importante et actuellement exploitées par l'homme. Ces actions ne pourraient toutefois s'effectuer qu'après des études sur les écosystèmes des zones situées hors des aires protégées.

Le district de Soalala, situé au Nord-Ouest de Madagascar, comprend un parc marin (le parc national de la Baie de Baly) en dehors duquel existent des écosystèmes forestiers et des peuplements végétaux présentant une importance écologique et socio-économique. Les études sur ces formations végétales pourraient fournir plus d'informations sur la biodiversité de Soalala. Cette étude a alors pour objectifs, d'une part, de caractériser la diversité végétale afin de définir les différents types de formation végétale de Soalala,

d'étudier leur régénération naturelle, et d'autre part, d'étudier l'évolution de la végétation.

2. MILIEU D'ETUDE

Le district de Soalala appartient à la région de Boeny. Il est formé de pénélaine souvent agrémentées de cuesta ; le littoral se présente sous forme d'une petite falaise calcaire qui peut atteindre la hauteur (Nicoll.M. ET et LagranD O., 1989). La zone d'étude appartient au bassin sédimentaire de Mahajanga (Besairie 1960).

La région de Soalala est soumise au bioclimat sec caractérisé par une température moyenne annuelle de 27° C, une précipitation moyenne annuelle de 1 160 mm et 7 mois écologiquement secs.

La végétation climatique est une forêt dense sèche semi-caducifoliée de la série à *Dalbergia Commiphora et Hildegardia*.

3. METHODES D'ETUDE

La méthodologie adoptée va permettre de caractériser les différents types de formations végétales et de suivre leur évolution dans l'espace et dans le temps.

La méthode de transect de Duvigneaud permet d'avoir une représentation de la variation de la végétation en fonction de différents facteurs écologiques ; la méthode de plateau de Braun-Blanquet permet d'étudier quantitativement et qualitativement les paramètres floristiques des individus ; la méthode d'étude des sols par les fosses pédologiques permet de déterminer l'influence des facteurs pédologiques sur la formation végétale.

Différents paramètres ont été étudiés : paramètres physiques (coordonnées géographiques, altitude, exposition pente) ; paramètres floristiques (abondance, fréquence spécifique, hauteur totale, diamètre à hauteur de poitrine, recouvrement, types biologiques, affinité biologique) ; paramètres édaphiques (structure, texture, pH).

Différentes méthodes d'analyse des données ont été adoptées : analyse différentielle et analyse en composantes principales pour mettre en évidence les principaux types de formations végétales ; analyse de la structure de la végétation ; structure verticale déterminée par la stratification, structure horizontale concernant la répartition des individus du peuplement selon leur diamètre, leur surface terrière et leur densité.

L'allure de l'histogramme de répartition par classes de diamètre des individus ligneux donne une idée de l'état de régénération de formation végétale et de son degré de perturbation (Rollet, 1983) : une formation forestière jeune et/ou peu perturbée, qualifiée d'équilibrée, est caractérisée par une courbe à l'allure d'un J inversé.

La méthode d'étude de la régénération naturelle consiste notamment à évaluer les taux de régénération de chaque formation végétale ; ce taux correspond au pourcentage des individus de régénération par rapport aux individus semenciers : la régénération est bonne si la valeur de ce taux est supérieure à 100%. Les semenciers ont un diamètre supérieur ou égal à 10 cm et sont capables de fleurir.

L'évolution spatio-temporelle est étudiée en comparant des cartes de végétation disponibles à deux époques différentes (1990 et 2 000). L'analyse de l'évolution du sol, et l'étude des impacts des actions anthropiques sur la végétation peuvent également donner des informations sur la dynamique des formations végétales de Soalala.

4. RESULTATS

4.1- Localisation des sites d'étude

Les sites de relevés ont été choisis en fonction des résultats de l'échantillonnage stratifié et des prospections préliminaires. Ils sont situés en dehors des aires protégées de Soalala.

4.2- Description des différents types de formations végétales

L'analyse de la similarité des relevés floristiques a mis en évidence cinq types de formations végétales : mangrove, savane arborée, fourré, forêt dense sèche sur sable, forêt dense sèche sur sol ferrugineux. 133 espèces appartenant à 113 genres repartis dans 51 familles ont été recensées ; 2% de ces familles, 32% des genres et 68% des espèces sont endémiques. Les familles les mieux représentées sont les Fabaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Combretaceae, Araceae, Apocynaceae, Cappariaceae, Ebenaceae, Poaceae et Sterculiaceae.

- 4.2 – 1 *Mangroves*

Site d'étude : -16° 06' 15. 3''S / 045° 22' 12. 0'' E

-16° 04' 13 . 2''S / 045° 22' 03 . 2'' E

Les mangroves de Soalala se développent sur des dépôts vaseux et sablo-vaseux du littoral. Elles sont floristiquement pauvres : 5 espèces réparties dans 5 genres et 3 familles ont été inventoriées. Ce sont essentiellement des phanérophytes. *Lumnitzera racemosa* (Combretaceae) et *Rhizophora mucronata* (Rhizophoraceae) sont les espèces abondantes.

Ces formations comprennent une strate inférieure généralement discontinue et une strate arbustive qui s'étage de 2 à 6m : la hauteur de la canopée dépend de l'éloignement relatif du site d'étude par rapport à la ville de Soalala. La strate arbustive dense est constituée des 5 espèces dont l'abondance relative est : *Rhizophora mucronata* (36%), *Lumnitzera racemosa* (21%) *Bruguiera gymnorhiza* (11%), *Ceriops tagal* (7%) et *Avicennia marina*.

La strate inférieure renferme les rejets et les jeunes plants des arbres de la strate précédente.

La régénération est bonne : le taux correspondant varie entre 303 et 660% (Annexe a). La perturbation est peu importante.

La densité des ligneux varie entre 4 800 et 6 800 individus à l'hectare : dans les zones situées à proximité de la ville, les grands arbres sont exploités pour la construction. La surface terrière est de 10 à 42m²/ha : lorsque le nombre d'individus est élevé, la surface terrière totale est relativement faible.

◆ 4.2- 2 Savane à *Bismarckia nobilis*

Sites d'étude : 16° 05' 25. 7" S / 045° 22' . 9"E

Le sol est de nature limono-argilo-sableuse très acide ($4, 17 \leq \text{pH} \leq 4,4$), de structure grumeleuse ou polyédrique. Cette formation végétale compte 22 espèces réparties dans 19 genres et 15 familles : les familles les mieux représentées sont les Arecaceae, les Tiliaceae, les Combretaceae, et les Bignoniaceae. *Bismarckia nobilis* (Araceae) est l'espèce la plus abondante et la plus dominante.

La formation comporte trois strates constituant une végétation ouverte et héliophile : une strate arborée (8 à 10 m) ouverte formée essentiellement de deux espèces : *Bismarckia nobilis* et *Hyphaene shatan*, une strate arbustive (1 à 8m) floristiquement variée constituée notamment par *Terminalia fatrea* (Combretaceae), *Stereospermum euphoroïdes* (Bignoniaceae), *Sapium melanostictum* (Euphorbiaceae), *Erythroxylum platycladium* (Erythroxylaceae), *Grewia grandulosa* (Tiliaceae).

La répartition des individus ligneux par classes de diamètre (Annexe b) donne une courbe en J inversé régulière indiquant que cette savane est une formation jeune relativement stable malgré les perturbations d'origine anthropique qu'elle a subie (feux de végétation, prélèvement de bois...)

La densité des ligneux (1 530/ha) et la surface terrière (18m²/ha) sont relativement faibles. Ceci est dû à la dominance du tapis graminéen et à la forte proportion des individus issus de rejets de souches qui sont de faible diamètre.

Le taux de régénération est élevé : 475% : la régénération est bonne.

◆ 4.2 - 3 Fourré à *Euphorbia tirucalli* :

Site d'étude : 16°04'52. 0" S / 045° 22' 06 ." E.

Le sol est essentiellement sableux, de structure particulière, très acide. (pH < 5). Le fourré est floristiquement pauvre : 19 espèces réparties dans 16 genres et 12 familles ont été recensées. Les familles les mieux représentées sont les Fabaceae et les Erythroxylaceae. Les espèces les plus abondantes sont *Euphorbia tirucalli* et *Croton argyrodaphne*. Les phanérophytes sont largement dominants avec 84% des espèces ; les lianes appartenant

principalement aux familles des Asclepiadaceae et des Celastraceae sont assez bien représentées avec un taux de 11%.

Deux strates ont été délimitées ; une strate arborée (2,5 à 5m) assez dense, composée surtout de *Euphorbia tirucalli* (Euphorbiaceae), *Hymenodictyon occidentale* (Rubiaceae), *Grewia granulosa* (Tiliaceae), *Pachypodium rutembergianum* (Apocynaceae), *Bauhinia hildebrandtii* et *Dalbergia tsiandalana* (Fabaceae) ; une strate inférieure (1 à 2,5m) essentiellement constituée par des espèces de Capparidaceae, de Rubiaceae et d'Acanthaceae.

Le fourré présente une dynamique équilibrée, les formes de pressions exercées sur cette formation végétale sont peu marquées. La densité totale des ligneux est moyennement élevée : 3 570 individus/ha dont 1 020 individus matures par hectare. La surface terrière est cependant faible (17m²/ha).

La formation se caractérise par une prédominance des individus de régénération : la régénération est bonne (Annexe c), le taux correspondant est élevé (305,7%).

◆ 4.2 – 4 Forêt dense à *Astrotrichilia asterotricha*

Site d'étude : 16°04' 13. 2" S / 045° 224 13 . 2" E.

La forêt se développe sur sol sableux de texture sablo-limoneuse ou limono-sableuse à structure particulière, et très acide (pH < 5).

30 espèces réparties dans 28 genres et 18 familles ont été recensées ; les Combretaceae, Rubiaceae et Sapindaceae sont les familles les mieux représentées. Les phanérophytes prédominent avec 96% ; l'absence des lianes indique l'importance des perturbations subies par la formation végétale.

La formation est composée de trois strates : une strate supérieure (7 à 10m) constituée notamment par *Hymenodictyon occidentale* (Rubiaceae), *Strychnos tsihanimposa* (Rutaceae), *Astrotrichilia asterotricha* (Meliaceae) ; une strate arbustive (2 à 7m) dont *Bauhinia hildebrandtii* (Fabaceae) *Strychnos desussata* (Loganiaceae) *Terminalia fatrea* (Combretaceae) ; une strate inférieure lâche constituée essentiellement par *Obetia radula* (Urticaceae), *Turraea sericea* (Meliaceae) .

La répartition des individus ligneux par classes de diamètre donne une courbe régulière en J inversé : la formation est très jeune ; elle a subi des perturbations plus ou moins importantes (coupe de bois, fabrication de charbon de bois, feux) ; les grands arbres à dhp > 10cm ont pratiquement tous été décimés.

La densité totale des ligneux est faible 3 500/ha, celle des semenciers est de 750/ha. Les jeunes individus sont essentiellement issus des rejets de souche. La surface terrière totale est très faible : 9m²/ha ; ceci est dû à

l'intensité des activités humaines sur la forêt aggravée par la nature du substrat très sableux et perméable.

La régénération est bonne, le taux correspondant est élevé (412%) (Annexe d); la formation est une forêt écrémée qui a encore la possibilité de se régénérer naturellement, mais elle risque de disparaître si les pressions humaines s'intensifient.

◆ 4.2. 5 Forêt sèche à *Erythrophleum couminga* sur sol ferrugineux :

Site d'étude : 16° 06' 13. 4" S / 045° 22' 06 . 7" E

Altitude : 20m

Exposition : Sud Sud – Ouest

Le sol est ferrugineux, acide (pH = 5), de texture limono-argilo-sabuleuse et à structure grumeleuse ou polyédrique. La richesse spécifique est assez élevée : 51 espèces réparties dans 48 genres et 31 familles ont été recensées. Les familles les plus représentées sont les : Euphorbiaceae, Apocynaceae, Fabaceae, Sapindaceae et Sterculiaceae. Les phanérophytes sont dominants avec un taux de 78,5% ; l'abondance des lianes est typique de la forêt dense sèche ; les hémicryptophytes et les chaméphytes sont absents.

La formation comprend quatre strates : une strate supérieure arborescente de 10 à 15m de hauteur ; *Dalbergia chlorocarpa*, *Erythrophleum couminga* (Fabaceae), *Chrysophyllum perrieri* (Sapotaceae), *Zanthoxylum tsihanimposa* (Rutaceae). Constituent les émergents ; une strate moyenne arborescente (5 à 10m) avec *Nesogordonia stylosa*, *Dombeya rigida* (Sterculiaceae), *Grewia triflora* (Tiliaceae), *Diospyros myriophylla* (Ebenaceae), *Strychnos madagascariensis* (Loganiaceae), une strate arbustive (2 à 5m) assez dense riche en espèces avec *Croton argyrodaphne*, *Argomuellera gigantea* (Euphorbiaceae) *Mimusops occidentalis* (Sapotaceae) *Noronhia boienensis* (Oleaceae) ; une strate inférieure discontinue de 1,5m de hauteur constituée par *Malleastrum rakotozafyi* (Meliaceae), *Justicia rhdoptera*, *Ruellia cyanea* (Acanthaceae), *Boscia plantefolii* (Capparidaceae).

La répartition par classes de diamètre des individus montre une allure régulière en forme de J inversé (Annexe e): la forêt est peu perturbée. La densité totale des ligneux est assez élevée : 4 500/ha. La surface terrière totale est de 26m²/ha.

Le taux de régénération de la forêt est de 193,5% : sa possibilité de régénération est relativement bonne.

- **Site d'étude** : 16°06' 22 . 22" S / 045° 44 1" E.

Altitude : 41 m

Exposition : Sud Sud – Ouest

Le sol est ferrugineux, acide à $\text{pH} < 7$; il possède une texture limono-argilo-sableuse et une structure grumeleuse ou polyédrique.

La formation présente une diversité floristique importante : 52 espèces réparties dans 49 genres et 35 familles ont été répertoriées. Les familles les plus représentées sont les Fabaceae, Acanthaceae, Ebenaceae, Euphorbiaceae, Sapotaceae. Les phanérophytes prédominent avec un taux de 76% ; les lianes constituent 16% des types rencontrés ; les hémicryptophytes et les chaméphytes sont absents.

Quatre strates ont été délimitées : une strate supérieure arborée de 7,5 à 10m de hauteur : *Strychnos madagascariensis* (Loganiaceae) *Dalbergia baronii* (Fabaceae), *Stereospermum euphoroïdes* (Bignoniaceae). Les émergents tels que *Erythrophleum couminga* (Fabaceae) peuvent atteindre 15m de hauteur ; une strate moyenne arborescente (5 à 7,5m) développée, assez riche en espèces, essentiellement représentée par *Diospyros ferrea* (Ebenaceae), *Millettia aurea* (Fabaceae), *Mascarenhasia arborescens* (Apocynaceae) *Polyscias baronii* (Araliaceae), une strate arbustive très fournie avec notamment *Grewia triflora* (Tiliaceae), *Tabernaemontana calcaera* (Apocynaceae) *Echretia petiolaris* (Boraginaceae) *Melleastrum rakotozafii* (Meliaceae), *Phylloxylon perrieri* (Fabaceae) ; une strate inférieure lâche de 1,5m de hauteur formée surtout par *Hypoeste sphyllostachys*, *Ruella cyanea* (Acanthaceae).

L'allure régulière de la courbe de répartition des individus par classes de diamètre indique une dynamique assez équilibrée de la formation malgré l'exploitation sélective qu'elle a subie (Annexe f).

La densité totale des ligneux est de 3 950 à l'hectare ; la surface terrière est assez faible ($21\text{m}^2/\text{ha}$) : le prélèvement sélectif de bois dans la forêt augmente le taux des rejets de souche, les ligneux sont alors assez nombreux mais leur surface terrière totale est faible. La régénération est bonne, le taux correspondant est de 194%.

Site d'étude : $16^\circ 08' 03.00'' \text{ S} / 045^\circ 21' 01.8'' \text{ E}$

Altitude : 30m

Exposition : Ouest

Le sol est ferrugineux, très acide ($\text{pH} < 5$), à texture sablo-limoneuse ou limono-sableuse et à structure grumeleuse ou polyédrique.

La richesse spécifique est relativement élevée : 52 espèces réparties dans 46 genres et 33 familles ont été recensées ; les Fabaceae et les Rubiaceae sont les familles les mieux représentées. Les phanérophytes sont dominants (86%), les lianes sont abondantes, les hémicryptophytes et les chaméphytes sont absents.

La forêt comporte quatre strates : une strate supérieure arborescente de 11 à 15 m de hauteur avec *Dalbergia baronii*, *Dalbergia humbertii* (Fabaceae), *Cedrelopsis grevei* (Ptaeroxylaceae), *Strychnos madagascariensis*

(Loganiaceae), *Drypetes perrieri* (Euphorbiaceae). *Erythrophleum couminga*, *Dalbergia chlorocarpa* et *Stereospermum euphoroides* sont les émergents : une strate moyenne (7 à 11 m) constituée surtout par *Grewia triflora* (tiliaceae), *Hypericanthus perrieri* (Rubiaceae), *Polyscias baroni* (Araliaceae), *Chadsia flammea* et *Milletia aurea* (Fabaceae), une strate arbustive (3 à 7m) formée essentiellement par *Capurodendron sp.* (Sapotaceae), *Terminalia fatrea* (Combretaceae), *Cordia mairei* (Boraginaceae), une strate inférieure lâche de 1,5m de hauteur constituée surtout par *Cinnamosma fragans* (Cannelaceae) *Canthium sp.* *Mussaena sp.* (Rubiaceae), *Boscia plantefolii* (Capparidaceae).

Le peuplement végétal est perturbé : l'allure de la courbe de distribution des individus par classes de diamètre est irrégulière (Annexe g) ; les bois de diamètre moyen sont fortement exploités ; La densité totale des ligneux est de 3 650/ha. L'abondance relative des individus de grand diamètre ayant un dhp > 30cm augmente la valeur de la surface terrière (63m²/ha). La régénération végétale connaît une difficulté de régénération.

4.3. Conclusion partielle

Le tableau 1 résume les principales caractéristiques des différentes formations

Étudiées. Les mangroves sont floristiquement pauvres mais riches en biomasse ligneuse. Leurs surfaces terrières sont comparables à celle des forêts denses sèches.

Les forêts denses sèches sur sable et sur sol ferrugineux sont nettement plus en espèces que les trois autres formations végétales. Pourtant, ce sont celles qui ont subi le plus de perturbations d'origine anthropique : les rejets de souches y sont nombreux, les prélèvements de bois y sont très répandus.

Les forêts denses sèches à *Astrotrichilia asterotricha* sur sable ne présentent que 3 strates et la hauteur de leur canopée est plus basse que celle des forêts denses sèches à *Erythrophleum couminga* sur sol ferrugineux. La densité des ligneux des forêts se développant sur un sol sableux très acide est plus faible que celle des forêts sur sol ferrugineux moins acide est élevée.

Les facteurs pédologiques auraient une influence sur la physionomie et la composition floristique de la forêt dense sèche de la région de soalala.

Tableau 1 : Principaux paramètres biotiques des formations végétales étudiées

Type de formation	Richesse spécifique	Hauteur maximale (m)	Surface terrière totale (m ² /ha)	Densité totale (n/ha)	Nombre de strates
Mangrove	4	5	10	6 800	2
	5	10	42	4 800	2
Savane arbustive	23	10	18	1 530	3
Fourré à <i>Euphorbia</i>	18	7	17	3 530	2

<i>tirucalli</i>					
Forêts denses sèches sur sables	28	20	9	3 500	3
Forêts denses sèches sur sol ferrugineux		20	26	4 500	4
	53				
	50	15	22	3 950	4
	52	20	63	3 650	4

5. Dynamique de la végétation

Un schéma hypothétique simplifié de la dynamique de la végétation de Soalala est montré sur la figure 1. Le prélèvement sélectif de bois et les feux de végétation entraînent l'écrémage de la formation primitive. Sous l'action des feux répétés et des pressions anthropiques, les lisières forestières reculent progressivement comme en témoigne la présence d'arbres sylvicoles ou de pieds brûlés d'arbres forestiers en savane. Les massifs forestiers se morcellent et disparaissent pour être remplacés par d'autres formations : ainsi, la savane à *Bismarckia nobilis* se développe aux dépens de la formation forestière sur sol ferrugineux, la savanisation est rapide : le défrichement suivi d'une érosion amincit les horizons superficiels du sol ; celui-ci devient plus compact, sa capacité de rétention en eau est élevée : les graminées des savanes à enracinement superficiel s'y développent plus facilement. Parallèlement, le fourré xérophile à *Euphorbia tirucalli*, *Bauhinia hildebrandtii* se propage dans la forêt dense sèche dégradée sur sable : ce sol sableux est favorable aux plantes à enracinement profond, son pouvoir de rétention en eau est faible, et les horizons superficiels s'assèchent très rapidement en saison sèche.

La dynamique de la végétation de Soalala est surtout d'ordre anthropique ; la végétation peut évoluer soit vers la dégradation, soit vers la reconstitution de la formation végétale si la surface dégradée ne subit plus des perturbations d'origine anthropique.

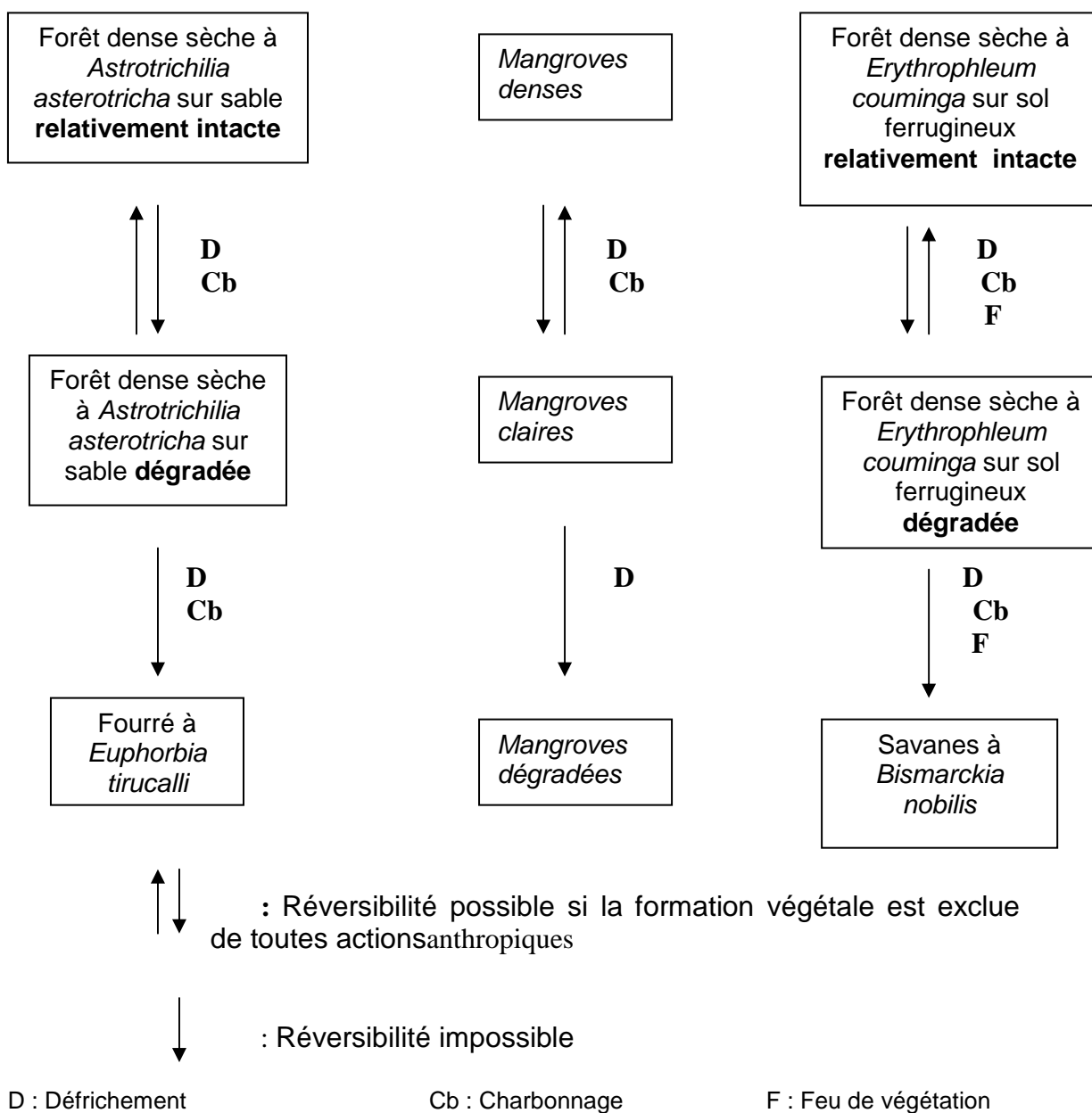


Figure 1 : Schéma hypothétique simplifié de la dynamique de la végétation de Soalala

6. CONCLUSION

La présente étude a permis de déterminer les différents types de formations végétales dans les zones situées hors des aires protégées de Soalala. La végétation présente une richesse floristique et un degré d'endémisme relativement élevés. Cinq types de formations végétales résultant de l'action de plusieurs facteurs influençant la composition floristique et la physionomie ont été identifiés : forêt dense à *Erythrophleum couminga* sur sol

ferrugineux, forêt dense à sur sable, savane à *Bismarckia nobilis*, fourré à *Euphorbia tirucalli*, mangrove. L'évolution de ces formations dans le temps et dans l'espace a été suivie. Les formations forestières sont e cours de rétrécissement sous les effets combinés du défrichement à but agricole et de l'exploitation forestière non contrôlée.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de cette étude. Nous sommes reconnaissants, en particulier, envers CI Madagascar et le Département de Biologie et Ecologie Végétales de la Faculté des Sciences d'Antananarivo.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

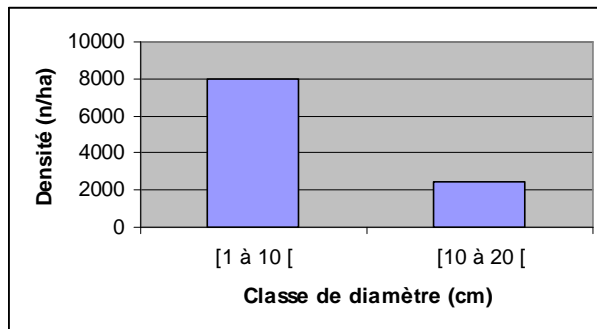
- Besairie, H., 1960** - *Monographie géographique de Madagascar. Lexique stratigraphique international. Vol. IV, Afrique. Fasc. II, Madagascar supplément. 160p.*
- Capuron, R., 1957** – *Introduction à l'étude de la flore forestière de Madagascar Antananarivo. 120 p.*
- Koechlin, J., Guillaumet, J., L., et Morat P., 1974** – *Flore et végétation de Madagascar. J. CRAMER, Vanduz, 686 p.*
- Nicoll, M., E. et Lagrand, O., 1983** – *Madagascar / Revue de la conservation et des aires protégées. WWF, Grand, Suisse, p. : 209 – 211.*
- Rajeriarison, C., Faramalala, M., H., 1999** – *Nomenclature de formations végétales de Madagascar. ANGAP. 42. p.*
- Rollet, B., 1983** – *La régénération naturelle dans les trouées. Un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides. Bois et forêts des tropiques n° 201 : p 3 – 34 et n° 202, p : 19 – 34.*

ANNEXE

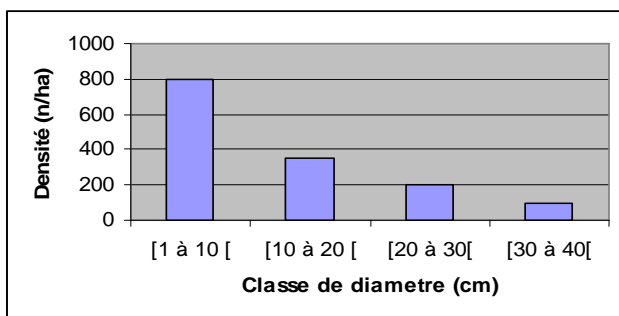
Répartition des individus par classe de diamètre :

- (a) mangrove
- (b) savane arbustive
- (c) fourré
- (d) forêt dense sèche sur sable
- (e) forêt dense sèche sur sol ferrugineux
- (f) forêt dense sèche sur sol ferrugineux
- (g) forêt dense sèche sur sol ferrugineux

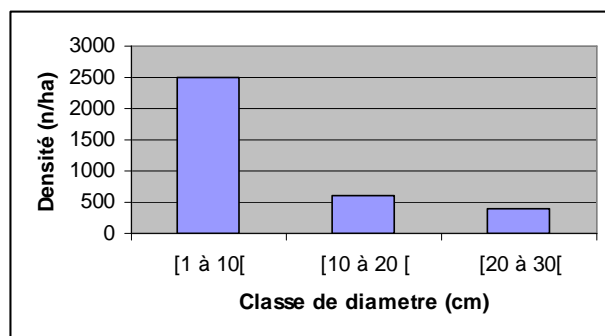
(a)



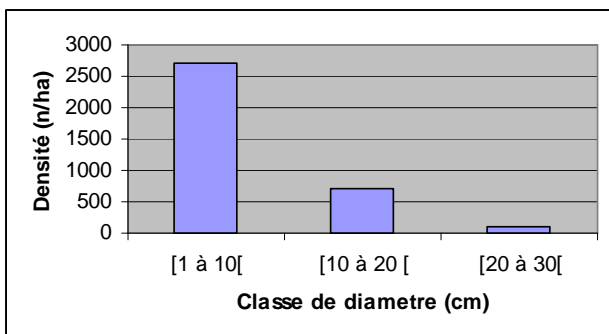
(b)



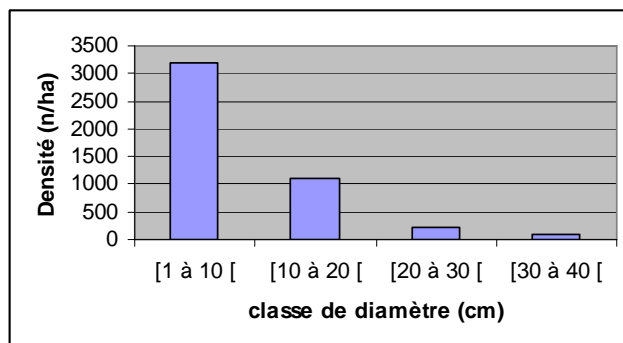
(c)



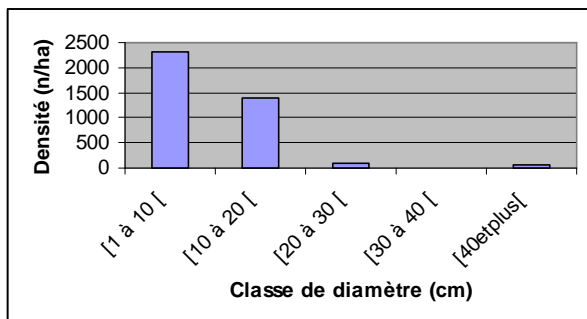
(d)



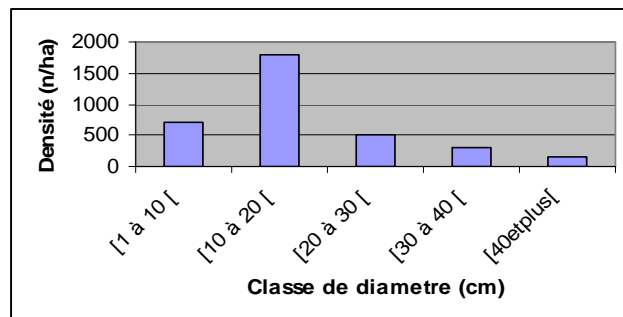
(e)



(f)



(g)



CARACTERISATION ECOLOGIQUE DES DIFFERENTES FORMATIONS VEGETALES DE LA PARTIE SUD DE LA STATION FORESTIERE A USAGE MULTIPLE D'ANTREMA (Katsepy)

Niny Holitiana Voahirana RANDRIATOMPOSON, Edmond ROGER.
BP. 906, Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.

RESUME :

Les caractéristiques écologiques, ethnobotaniques et socio-économiques ont permis de distinguer plusieurs types de formations dans la partie sud de la station Forestière d'Antrema (SFA). Des observations ont été effectuées au niveau de la mangrove, la forêt dense sèche, le fourré et la savane. Le taux de régénération naturelle est supérieur à 2000% traduisant une meilleure survie des espèces consommées par les lémuriens. L'évolution de la végétation est régressive néanmoins elle est réduite de moitié après l'intervention du Projet Bio Culturel d'Antrema.

Mots-clés : forêt dense sèche, mangrove, fourré, savane, dynamique, Antrema

1. INTRODUCTION

Faisant partie de la région de Boeny, la station forestière à usage multiple d'Antrema, se trouve dans le faritany de Mahajanga, district de Mitsinjo, commune de Katsepy, fokontany d'Antrema. Elle est limitée au Nord et à l'Ouest par le canal de Mozambique, au Sud par la route qui mène vers Mitsinjo et à l'Est par la route vers Katsepy.

Géographiquement, elle se situe entre 15° 42' à 15° 50' de latitude Sud et 46° à 46° 15' de longitude Est (Gauthier et al.1999).L'altitude varie de 0 à 89m et la partie la plus élevée se trouve à l'Est. Le réseau hydrographique est constitué par des lacs et des rivières.

Puisque la station est presque entourée par la mer, la zone côtière est soumise au balancement des marées. Il s'agit donc de terrains hydromorphes, salés conditionnés par une variabilité relative car au rythme saisonnier se juxtapose le rythme des marées.

Le bassin de Mahajanga bénéficie d'un climat tropical sec de l'Ouest, caractérisé par un temps chaud en toutes saisons. Par conséquent, ce domaine subit l'alternance d'une sécheresse hivernale et des pluies estivales.

La station forestière d'Antrema fait partie du domaine de l'Ouest (Humbert, H., 1965). Elle est incluse dans la zone écofloristique occidentale de basse altitude de 0 à 800m (Faramalala, M., H., 1998)

Les variations pédologiques et topographiques du milieu offrent une diversité de formations végétales. Ainsi des plateaux vers la mer, nous distinguons la forêt dense sèche, la mangrove, le fourré et la savane.

La population locale appartient au groupe ethnique Sakalava Marambitsy. D'une densité de 7,21 habitants par km² (Andriamanoarisoa, G., F., 2006), la zone est faiblement peuplée. La pêche, l'agriculture, l'élevage et l'artisanat sont les principales activités économiques de la communauté.

2. METHODES D'ETUDE

Le recueil bibliographique, la consultation des cartes, la prospection et le choix des sites d'étude sont les étapes préliminaires.

Plusieurs méthodes ont été utilisées :

La méthode de Godron pour l'étude de la structure verticale.

La méthode de Duvigneaud pour l'étude des formations hétérogènes.

La méthode de Braun-Blanquet pour l'étude quantitative de la végétation.

2.1. Etude de la régénération naturelle

Elle est estimée par la distribution en classe de diamètre. Le taux de régénération est exprimé par le rapport entre le nombre des individus régénérés et des individus semenciers par la formule de Rothe :

$$TR = \frac{\text{Nombre d'individus régénérés}}{\text{Nombre d'individus}}$$

Le coefficient de similitude de Sorensen a permis de déterminer les affinités floristiques entre les 3 relevés effectués au niveau de la forêt. Elle a été utilisée pour trouver le coefficient de similitude de Sorensen (1948), selon lequel les relevés sont pris deux à deux.

2.2 Enquête ethnobotanique et aspect socio-économique

Elle permet de mettre en évidence la relation entre l'utilisation des plantes et l'homme ainsi que leur importance sur la vie économique des villageois.

Dans nos sites d'enquêtes, les plantes sont utilisées dans :

- la construction,
- la cueillette de plantes médicinales,
- la cueillette de plantes alimentaires,
- les sources de revenus de chaque ménage,
- les principales contraintes de leur vie quotidienne,

- les plantes consommées par les Propithèques.

2.3. Etude cartographique

Pour obtenir des informations précises sur la dynamique de la Station forestière nous avons procédé au traitement des images satellitaires.

Les logiciels tels Erdas, Arc view et Map info sont utilisés pour l'établissement et l'amélioration des cartes.

Pour chaque formation nous avons vérifié l'homogénéité des zones. Ainsi nous avons deux grands sites d'études : **site I** d'Antsoherimasiba et **site II** d'Antsikiry.

3. RESULTATS ET INTERPRETATION

3.1- Différents groupements végétaux

Dans la partie Sud d'Antrema trois types de formations ont été identifiées.

31.1- Mangrove

La mangrove de la Partie Sud d'Antrema comporte sept espèces appartenant à sept genres et cinq familles (Tableau 1).

Tableau 1 : liste des espèces de plantes de mangroves.

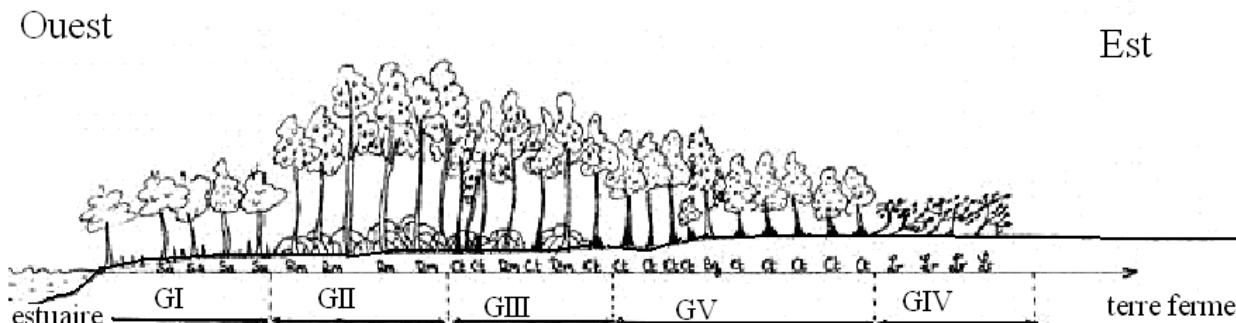
Famille	Nom scientifique	Auteurs	Nom vernaculaire
ACANTHACEAE	<i>Avicennia marina</i>	Vierch.	Afiaty
COMBRETACEAE	<i>Lumnitzera racemosa</i>	Willd.	Lovinjo
SONNERATIACEAE	<i>Sonneratia alba</i>	Sm.	Rogno
MELIACEAE	<i>Xylocarpus granatum</i>	Koenig.	Fobo
RHIZOPHORACEAE	<i>Bruguiera</i>	Lamk.	Tsitoloïna
	<i>gymnorhiza</i> L		Honkovavy
	<i>Ceriops tagal</i>	(Perr.)	Honkolahy
	<i>Rhizophora mucronata</i>	C.B. Robinson	

Les groupements végétaux ont été déterminés selon le critère d'abondance dominante d'une ou de deux espèces. Elles sont dites abondantes lorsque les espèces sont représentées par un grand nombre d'individus.

- groupement à *Sonneratia alba*,
- groupement à *Rhizophora mucronata*,
- groupement mixte à *Rhizophora mucronata* et *Ceriops tagal*,
- groupement à *Ceriops tagal*,

- groupement à *Lumnitzera racemosa* .

Le degré de salinité diminue vers la terre ferme et la nature des sols ont permis de mettre en évidence la répartition représentée par la figure 1.



- GI: Groupement à *Sonneratia alba* (S.a)
 GII: Groupement à *Rhizophora mucronata* (R.m.)
 GIII: Groupement à *Rhizophora mucronata* et *Ceriops tagal*
 GIV: Groupement à *Ceriops tagal*(C.t.)
 GV: Groupement à *Lumnitzera racemosa* (L.r.)

Figure 1 : Distribution dans l'espace des différents groupements végétaux

Le sol des mangroves est en général très vaseux, avec une proportion variable de sable, d'argile et de limon. La litière est absente car les débris issus des chutes de feuilles sont emportés par le courant marin lors des marées hautes. Par conséquent, l'humus est inexistant.

Le tableau 2 montre les caractères édaphiques des substrats.

Tableau 2 : Caractères édaphiques du substrat.

Groupement	Horizon	Couleur	Référence Munsell	Texture
<i>Rhizophora mucronata</i>	A1	Brun foncé	104R 4/3	Sablo-limoneux
	A2	Brun grisâtre très foncé	104R 3/2	Sablo-limoneux
<i>Rhizophora mucronata</i> et <i>Ceriops tagal</i>	A1	Brun jaunâtre foncé	104R 4/4	Sablo-limoneux
	A2	Brun foncé	104R 4 /3	Sablo-limoneux
<i>Ceriops tagal</i>	A1	Brun jaunâtre	104R 5/4	Sablo-limoneux
	A2	Gris brunâtre clair	104R 6/2	sableux
<i>Lumnitzera racemosa</i>	A1	Gris brunâtre claire	104R 6/2	Sableux
	A2	Gris	104R 5/1	sableux

La texture du sol de mangrove varie de sablo-limoneuse à sableuse.

Le taux de régénération des espèces (tableau 3) varie de 0% à 191%. *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorhiza* et *Avicennia marina* présentent un taux supérieur à 100% indiquant une bonne régénération. Par contre, *Lumnitzera racemosa* et *Sonneratia alba* n'ont qu'un taux égal à 0%.

Tableau 3 : Taux de régénération des espèces.

Espèce	Plantules	Adultes	taux
<i>Rhizophora mucronata</i>	1133	593	191%
<i>Ceriops tagal</i>	1623	1613	101%
<i>Avicennia marina</i>	17	13	131%
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	123	88	140%
<i>Xylocarpus granatum</i>	4	7	57%
<i>Lumnitzera racemosa</i>	0	110	0%
<i>Sonneratia alba</i>	0	40	0%

A l'arrière de la mangrove, deux types de tannes ont été observés : un tanne herbacé à *Arthrocnemum indicum* et un tanne vif inondé à marée haute

2- Forêt dense sèche

La forêt dense sèche de la station est formée d'arbres, d'arbustes et des arbres qui se répartissent à des différentes hauteurs. Les arbres ont une grande particularité car ils perdent leurs feuilles durant la période sèche.

159 espèces réparties dans 113 genres et 56 familles ont été identifiées.

Trois sous-types de forêt dense sèche ont été observés en fonction des espèces dominantes. Leurs caractéristiques physiologiques sont récapitulées dans le tableau 4.

Tableau 4 : récapitulatif des caractères physiologiques de la forêt.

Forêt dense sèche à	Physionomie	Familles	Especies	Densité du peuplement	TR
<i>Capurodendron gracifolium</i> et <i>Grewia amplifolia</i>	Pluristrate	RUBIACEAE BURSERACEAE FABACEAE	<i>Grewia amplifolia</i> <i>Euclinia amplifolia</i> <i>Capurodendron gracifolium</i> <i>Cinamosma fragrans</i> <i>Hibiscus micrantus</i>	1,36 ind./m ²	232,72%
<i>Securinega sp.</i> et <i>Calliandra ambongensis</i>	Pluristrate	FABACEAE CAPPARIDACEAE EBENACEAE TILIACEAE RUBIACEAE	<i>Genipa sp.</i> <i>Securinega sp.</i> <i>Hibiscus micrantus</i> <i>Taberanaemontana coffeoides</i> <i>Terminalia taliala</i>	2,41 ind./m ²	2872,41%
<i>Securinega seyrigii</i>	Pluristrate	BURSERACEAE SAPINDACEAE RABIACEAE EBENACEAE	<i>Securinega seyrigii</i> <i>Gardenia decaryi</i> <i>Diospyros ferrea</i> <i>Diospyros madagascariensis</i>	1,13 ind./m ²	2001,85%

Pour tous ces relevés, les courbes établies par l'histogramme de Raunkiaer, prennent l'allure en « L » (figure 2). Les relevés sont donc floristiquement homogènes. D'après le test de similarité, ces trois relevés appartiennent à un regroupement.

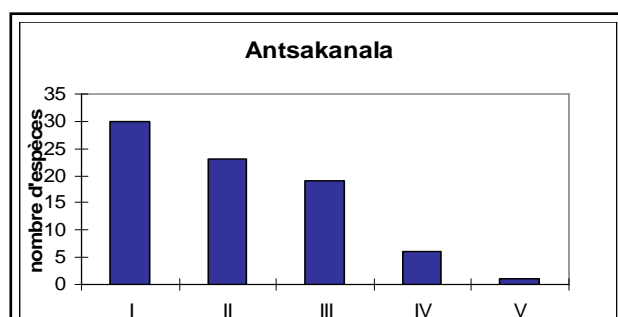
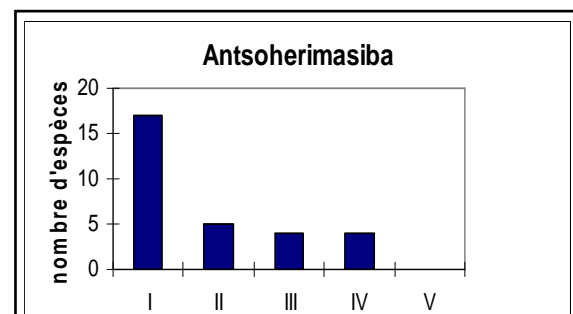
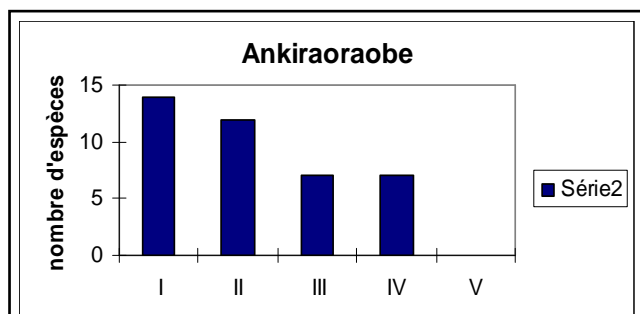


Figure 2 : Histogramme de fréquence des espèces

3- Fourré à *Commiphora cf. orbicularis* et *Flacourtia ramontchii*

Il occupe une bande étroite entre la dune et la mangrove. C'est une formation ouverte non stratifiée dont les différentes composantes présentent des caractères particuliers adaptés au climat aride. La hauteur des individus varie de 0 à 7m. La flore est caractérisée par 23 espèces, 19 genres et 19 familles. *Urera acuminata*, *Diospyros cupulifera*, *Commiphora cf. orbicularis*, *Flacourtia ramontchii* et *Euphorbia antso* sont les espèces abondantes. La densité du peuplement est faible avec 0,26 individu par m². Le taux de régénération est égal à 744,44%.

4- Savane à *Bismarckia nobilis* et *Heteropogon contortus*

Par rapport aux autres formations, la savane occupe une grande superficie à Antrema.

Elle comprend deux strates : une strate herbacée de 0 à 1,5m est formée par *Heteropogon contortus*, *Aristida rufescens* et une strate ligneuse haute de 1,5 à 7m constituée par *Bismarckia nobilis*, *Acridocarpus excelsus* associé à des espèces forestières telles *Ormocarpopsis aspera*, *Stereospermum euphorioides*. 50 espèces, 27 familles ont été recensées. Fabaceae et Poaceae sont les familles riches en espèces.

II- Ethnobotanique et aspect socio-économique

Des données ont été fournies par les villageois suite à des enquêtes, d'après lesquels, les espèces végétales présentent des vertus et des ressources bénéfiques dans leur vie courante. Dans nos sites, les plantes sont utilisées comme remèdes, dans la construction et le chauffage.

Vingt espèces telles que *Avicennia marina*, *Poupartia caffra*, *Tamarindus sp.*, *Anisocyclea grandidieri*, *Cedrelopsis grevei*, *Xylocarpus granatum*, *Capurodendron gracifolium*, *Dioscorea tanalarum*, *Cassita filiformis*, *Cinnamosma fragrans*, *Malleastrum rakotozafyi*, *Rauvolfia media*, *Chasmanthera uniformis*, *Popowia sp.*, *Memecylon delphinense*, *Tetracera rutenbergi*, *Ficus sp.*, *Rourea orientalis* sont utilisées comme remèdes.

Quatre espèces servent de nourriture de subsistance, ce sont : *Dioscorea sp.*, *Dioscorea maciba*, *Dioscorea soso*, *Tacca reontopetaloides*.

Dix espèces végétales sont utilisées pour la construction des cases et des pirogues et pour le chauffage. Les plus utilisées sont : *Vitex beravensis*, *Securinega sp.*, *Diospyros cupulifera*, *Rhizophora mucronata*, *Cedrelopsis grevei*, *Bismarckia nobilis*, *Raphia ruffa*.

La pêche est l'activité lucrative des villageois. Cette activité est associée à l'artisanat, la culture maraîchère et l'élevage qui sont très peu pratiqués.

III- Cartographie

En s'appuyant sur l'analyse analogique, les informations fournies par la cartographie évoquent l'état actuel de la végétation.

L'étude diachronique des images met en évidence une dégradation très marquée au niveau de la forêt sèche. Celle-ci a connu une régression (carte) de 23,58% dans un intervalle de 25 années (1975 – 2000) et de 2,11% dans un intervalle de 5 années (2000 – 2005).

Cette régression est réduite de moitié grâce à l'intervention du Projet Bio Culturel d'Antrema (PBCA).

4. DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

La mangrove et la forêt sont les cibles de la déforestation donc exige une stricte surveillance. Nous suggérons les recommandations suivantes au niveau de l'écosystème et au niveau de la population.

- renouveler la formation en législation forestière des comités existants tel le Vaomieran'ny Ala (VNA),
- apprendre aux éleveurs et aux villageois la maîtrise du feu en leur proposant un calendrier de la mise à feu des pâturages,
- expliquer les méfaits du feu de forêt,
- créer une pépinière villageoise où l'on essaie de reproduire les espèces les plus utiles et celles présentant des valeurs économiques aux populations locales. Ce programme aide à mieux protéger la station car à long terme les ressources naturelles ne suffisent plus et la population locale risque d'exploiter les ressources d'une manière destructive,
- valoriser certains produits forestiers tels les miels sauvages issus des mangroves (appelé localement miel goudron à cause de la couleur noir du miel),
- construire un gîte d'étape dans la partie sud pour mieux gérer l'insécurité et surveiller les périmètres de la station,
- renforcer les services sur l'éducation même si des efforts a été déjà entrepris,
- informer les instituteurs sur le sujet pour qu'ils soient aptes à diffuser les messages aux jeunes et à leurs entourages,
- intégrer les éducations non formelles ; il est envisageable d'organiser au sein de la communauté une campagne d'alphabétisation et l'installation d'un dispensaire. De cette manière, l'idée de conservation est plus facile à accepter par la population riveraine car elle répond à des besoins immédiats et fournit des solutions tangibles.

5. CONCLUSION

L'état actuel de la station forestière mérite d'être maintenu car les formations végétales sont les principaux habitats des lémuriers *Propithecus*

verreauxi coronatus, donc un suivi écologique des sites étudiés serait nécessaire pour évaluer les éventuelles évolutions de la station. De plus, nous suggérons de renforcer la mise en place des règles locales pour la protection des formations végétales dans le sens de la conservation de la faune et de la flore. Quelques informations sur le domaine économique des villageois ont été avancées. Pour améliorer la qualité de vie des riverains, nous proposons qu'une amélioration des infrastructures, un aménagement écotouristique local et aménagement de parcelles à vocation culturelle soient bénéfiques pour les deux parties.

REMERCIEMENTS

Nous avons le grand plaisir de remercier les personnes et l'organisme qui ont contribué à la réalisation de ce rapport :

- Projet Bio culturel d'Antrema et Muséum d'Histoires Naturelles pour leurs appuis financiers et matériels.
- Le laboratoire de biologie et écologie végétale de la faculté des sciences, de l'université d'Antananarivo.
- *Les personnels du PBCA d'Antrema pour leur aide lors de la descente sur terrain.*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andriamanoarisoa, G., F., 2006.** Relation développement socioéconomique et Gestion des Ressources Naturelles dans la zone d'Antrema. Mémoire de fin d'étude. Département de Sociologie. Faculté de Droit, d'Economie, de gestion et de Sociologie. 91p.
- Boullard, 1988.** Dictionnaire de Botanique, Ellipses, Ed. Aubien, Paris, pp45-75
- Daget, P., Godron, M. 1976.** Vocabulaire d'écologie. Hachette. Paris. 273 p.
- Duvigneaud, P., 1980.** La synthèse écologique. 2^{ème} édition. France.
- Faramalala, M., H., 1998.** Etude de la végétation de Madagascar à l'aide de données spatiales. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Paul Sabatier, Toulouse, 66-71pp.
- Godron, M., 1971.** Un essai d'approche probabiliste de l'écologie des végétaux. Thèse d'Etat USTL, Montpellier, 276p.
- Lebigre, J., M., 1988.** The tidal marsh of the Tsiribihina delta (Madagascar). Végétal landscape and the dynamics. In Bois et Forêts des Tropiques. Revue n° 215. 37-59 pp.
- Rothe, P., L., 1964.** Régénération en forêt tropicale. Le Dipterocarpus Drey sur le versant cambridgien du Golf du Siam. Bois et forêts des tropiques. Madagascar, 386-397pp.

- Raunkiaer, C., 1905.** Types biologiques pour la géographie botanique. Bull. Acad. Roy. Sciences et Lettres, Danemark, Copenhague.
- Sorensen, T., 1948.** A method of establishing groups of Equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. Copenhag. Biol. Skrif, 5.
- Roger, E., Razafindramanana, S., 2005.** Diagnostic physico-éco-biologique et socio- économique- culturel de la station forestière à usage multiple d'Antrema. Péninsule de Katsepy. Zoo du Bois de Vincennes.2 –52pp.
- Vavindraza, 2003.** Caractérisation des quelques types de forêts fréquentées et étude phénologique des espèces végétales consommées par trois espèces de lémuriens. Mémoire de DEA. Ecologie végétale. Faculté des sciences. 84
- Viellefon, R., 1977.** Les sols des Mangroves et tannes de Bas Casamance. ORSTOM. 291p.

CARACTERISATIONS DES FORMATIONS VEGETALES ET ETUDES ECOLOGIQUES DE QUELQUES ESPECES MENACEES DE LA MONTAGNE DES FRANÇAIS (ANTSIRANANA II)

Ornella Christine RANDRIAMBOLOLOMAMONJY, Charlotte RAJERARISON, Edmond
ROGER

B.P. 906. Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences, Université
d'Antananarivo.

RESUME

Le massif forestier de la Montagne des français (commune d'Antsiranana II) fait partie des 79 aires proposées pour la conservation définies par le projet A.P.A.P.C lancé par le MBG. L'étude typologique a révélé l'existence de 6 types de formations selon la flore, la physionomie et le substrat. D'autre part, plus de 45,47% des espèces sont endémiques.

De plus, l'écologie et la distribution de 5 espèces ont été étudiées afin d'évaluer les risques d'extinction selon les catégories de l'UICN : *Dalbergia pervillei* (Fabaceae), *Pachypodium decaryi* (Apocynaceae) sont des espèces En Danger (EN) ; *Helicteropsis microsiphon* (Malvaceae), *Terminalia crenata* (Combretaceae) et *Uncarina ankaranensis* (Pedaliaceae) sont des espèces en Danger critique d'extinction (CR). Des mesures doivent être sérieusement prises face à la destruction du massif.

Mots clés : montagne des français, forêt dense sèche, tsingy, distribution, écologie, risque d'extinction, flore.

1. INTRODUCTION

Le Missouri Botanical Garden de par le projet A.P.A.P.C (Assesment of Priority Areas for Plants conservation ou Evaluation des Aires Prioritaires pour la conservation des plantes) lancé par le MBG a défini 77 aires proposées pour la conservation des plantes de par leur richesse biologique et les menaces qui pèsent sur ces habitats, dont le massif forestier de la montagne des français (commune d'Antsiranana II)

La forêt de la montagne des français est pratiquement peu connue et n'a fait l'objet d'aucune étude et d'aucune description, malgré l'intérêt scientifique du site.

Ainsi, dans le cadre de son programme de recherche et de formation, le projet A.P.A.P.C nous a confié la réalisation des études portant sur la végétation et la flore de la montagne des français à travers l'étude de cinq espèces présentant un intérêt particulier en matière de conservation et menacées de disparition.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Matériels

Les espèces menacées et/ou endémiques de la région ont été retenues dans cette étude.

- *Dalbergia pervillei* (Fabaceae),
- *Pachypodium decaryi* (Apocynaceae)
- *Helicteropsis microsiphon* (Malvaceae),
- *Terminalia crenata* (Combretaceae)
- *Uncarina ankaranensis* (Pedaliaceae)

2.2. Méthodologie

Elle tient compte de l'objectif de l'étude et des critères utilisés par l'UICN pour la catégorisation des espèces selon le degré de menace.

2.2.1. Typologie des formations végétales

- *Transect de Duvigneaud (1947)*

Pour obtenir une représentation globale de la variation substrat végétation et la diversité floristique de la forêt de la Montagne des français.

- *Méthode de Godron (1972)*

Elle consiste à schématiser toutes les espèces touchant la corde ainsi que les espèces caractérisant les formations sur karst jusqu'à celles longeant les cours d'eau.

- *Méthode des carrés emboîtés*

Elle permet de déterminer l'aire minimale Etudes dendrométriques concernant le calcul de la surface terrière et du biovolume

- *Test d'homogénéité de Raunkiaer*

Ce test permet l'estimation approchée de l'homogénéité ou l'hétérogénéité floristique par simple examen de l'histogramme de fréquences des espèces.

- *Coefficient de similitude de Sorensen*

L'analyse différentielle consiste à une rationalisation des classements des relevés par ordre d'affinité floristique en utilisant le coefficient de similitude de SORENSEN, par la comparaison des listes floristiques deux à deux. Le coefficient de similitude est donné par la formule de Sorensen :

$$PS = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

Avec

PS : coefficient de similitude de SORENSEN

a : nombre d'espèces inventoriées dans le relevé A

b : nombre d'espèces inventoriées dans le relevé B

c : nombre d'espèces communes aux deux relevés (A+B)

2. 2.2. Etude écolole des espèces cibles

– Description des habitats

Méthode des placeaux

Cette méthode permet l'étude qualitative de la végétation étudiée sur une surface de 0,2 ha

L'analyse des données a été faite par différentes formules et méthodes :

Abondance numérique et densité spécifique

$$A = S \times d$$

Où

A : Abondance spécifique

S : Aire où la sous population a été étudiée

d : La densité de l'individu dans le site d'étude

La description des formations végétales, habitats des espèces cibles, consiste à les caractériser à partir de l'étude de la structure verticale et horizontale de la végétation.

Densité et flore associée

Elle a été déterminée au moyen de la méthode de quadrant centré en un point (Brower, 1990). Cette méthode est basée sur la mesure des 4 pieds matures (DHP > 10cm) les plus proches de l'espèce étudiée dans chaque quadrant, correspondant au pied cible mature à partir duquel les quadrants sont orientés suivant les quatre points cardinaux Nord, Sud, Est, Ouest. L'individu cible représente ainsi le centre des quadrants.

Deux mesures ont été adoptées pour estimer l'état mature d'un individu :

- le diamètre à hauteur de poitrine $DHP \geq 10$ cm dans les formations contenant une espèce arbustive comme *Terminalia crenata* et *Dalbergia pervillei*
- la hauteur totale des espèces arbustives : *Helicopteris microsiphon*, *Pachypodium decaryi* et *Uncarina ankaranensis*.

La fréquence de l'association de l'espèce cible avec les autres espèces est représentée par la formule de Greig Smith (1964) suivante :

$$F\% = (N_i/N_t) \times 100$$

Où N_i : nombre d'individus d'un taxon

N_t : nombre total d'individus

- Estimation des risques d'extinction

Les informations sur la distribution, l'aire d'occupation à partir des coordonnées géographiques recueillies sur le terrain et sur les étiquettes d'herbier, l'abondance, l'habitat, la capacité de régénération, l'exploitation de l'espèce ou de l'habitat, permettent de catégoriser les espèces étudiées selon les critères de l'UICN (tableau 3).

- *Elaboration de la carte de distribution*

La carte de distribution est la représentation des sites de collecte de chaque espèce mise en herbier et disponible dans les herbaria ayant une importance collection de plantes malgaches (TAN, TEF, MO, P,K), sur un fond cartographique. Les coordonnées géographiques ainsi recueillies seront par la suite introduites dans un tableur (EXCEL) après conversion pour être cartographiées et analysées en utilisant le logiciel Arc view 3.2 dans le traitement en système d'information géographique (SIG). L'étape finale consiste en une vérification et une correction des erreurs.

- *Etude des principales menaces*

Des enquêtes ont été effectuées dans les Fokontany de Mahagaga et Andranomanitra, appartenant à la commune de Mahavanona et celles de Betahira et liées à la commune de Ramena. Ces Fokontany ont été choisis de par leur proximité par rapport à la forêt.

- *Evaluation des menaces*

Elle détermine les principales pressions qui pèsent sur chaque espèce.

2.2.3. Etude diachronique de la végétation

Cette étude consiste à évaluer l'évolution d'un type de formation végétale au cours d'une certaine période dans le temps (1970 et 1990) et dans l'espace, en comparant des images satellitaires à deux époques différentes.

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1. Principaux types de formations végétales

Six types de formations végétales ont été identifiés dans la région d'étude. Les caractéristiques de ces formations sont résumées dans le tableau 1.

Ce dernier montre que *Danguyodrypetes sp* est toujours présente dans tous les types de forêt mais avec des proportions inégales ; l'exposition et la topographie semblent être les facteurs probables dans la répartition des espèces et la physionomie de la végétation.

Cette variation du substrat, même à l'échelle stationnelle, entraîne des modifications locales de la composition floristique conditionnant le rythme de la végétation

3.2. Distribution

Les caractéristiques de la distribution et l'abondance de chaque espèce sont résumées dans le tableau 1.

3.3. Caractéristiques des habitats des espèces cibles.

Dalbergia pervillei se trouve préférentiellement sur les mi versant riches en humus des forêts sèches semi-caducifoliées, sur éboulis (type de formation n°II).

La liste floristique montre que quelques genres sont assez fréquents comme *Poupartia birrea subsp caffra*, *Danguyodrypetes sp*, *Strychnos madagascariensis* et *Dalbergia pervillei*.

Helicteropsis microsiphon

Observée le plus souvent sur les piedmonts et quelquefois au sommet, cette espèce semble coloniser préférentiellement les forêts denses sèches sur un substrat dolomitique et tufs basaltiques.

Les familles les mieux représentées sont celles des Malvaceae (31,6%) ; Euphorbiaceae (19,4%) et Fabaceae (10,2 %)

Pachypodium decaryi

Cette espèce colonise uniquement les substrats calcaires comprenant très peu de couche humifère. Elle est observée dans les formations sèches proches du fourré (type de formation IV) et fait partie des espèces saxicoles (poussant sur les rochers)

La formation est caractérisée par la fréquence de *Dracaena reflexa* (80%). Quelques espèces sont néanmoins abondantes comme *Poupartia birrea subsp caffra*, *Pachypodium decaryi*, *Mystroxyllum aethiopicum*, *Danguyodrypetes sp*. En outre, les familles les mieux représentées sont celles des Euphorbiaceae (20,45 %) et Apocynaceae (7,95%)

Terminalia crenata

Terminalia crenata colonise aussi bien les forêts sèches semi-caducifoliées (type de formation II) que les forêts sèches caducifoliées (type de formation III).

Diospyros parvifolia, *Nesogordonia sp.*, *Pandanus sp.*, *Neobeguea ankararanensis*, *Graewia sp*, *Mallotus sp* (80%), *Danguyodrypetes* et *Xanthocercis madagascariensis* (75%) sont fréquents. Les épiphytes représentés par la famille des Orchidaceae et des Pteridophytes sont fréquentes.

Uncarina ankararanensis

Cette espèce s'installe sur les substrats lapiezés pauvres en humus sur formation sèche proche de fourré (type de forêt IV) ou sur formation saxicole (type de forêt V). Ces formations sont caractérisées par la fréquence de *Hildegardia erythrosiphon*, *Noronhia candicans*, *Cerbera mangah*, *Euphorbia onoclada* (90%), *Uncarina ankararanensis* dominée par les espèces xérophytiques dont *Euphorbia onoclada* Euphorbiaceae (20,6%) Pedaliaceae (17,21%) et Malvaceae (16,91%)

-L'annexe I-E montre une flore associée à *Uncarina ankararanensis* (Pedaliaceae 13,1%) et *Poupartia birrea subsp caffra* (Anacardiaceae 10,3%).

3.4- Régénération des espèces

- *Dalbergia pervillei* : la fleur de cette espèce est formée de pétales blancs tachetés de rose, elliptiques à subcirculaires, concaves. Les pollinisateurs probables sont des lépidoptères, abeilles et oiseaux (obs.pers).

- *Helicteropsis microsiphon* porte des fleurs petites et rouges, en tube et de couleur attrayante. Les caractéristiques de la fleur laissent penser aux types de fleurs pollinisées par les lépidoptères, abeilles et les petits oiseaux.

- *Pachypodium decaryi* : les fleurs sont grandes à corolle blanche et jaune avec tache brun foncé au centre de la corolle. Aucun pollinisateur de *Pachypodium decaryi* n'a été observé sur terrain. Un agent pollinisateur nocturne serait responsable de la fécondation de l'ovule de cette espèce (Rapanarivo et al., 1999).

- Chez *Terminalia crenata*, les fleurs apétales et de couleur blanc verdâtre, laisseraient penser à une pollinisation de type entomophile et ornitophile.

- *Uncarina ankaranensis* : les fleurs de cette espèce sont composées de corolle jaune en entonnoir avec un tube non courbé à gorge marron grenat. La morphologie et la couleur de la fleur laissent penser à une pollinisation entomophile notamment par quelques Vespidae et Apidae.

D'autre part, les agents disperseurs des graines des 5 espèces sont résumés dans le tableau 2

Tableau 1 : tableau récapitulatif des six espèces de forêt

Type de forêt Caractéristiques	Type I	Type II	Type III	Type IV	Type V	Type VI
Localité	Antafiankoroka	Ambatosariolo/ Anosiarivo be	Andranonakomba	Antyafiankoroka	Anosiarivo be	Anosiravo G et D
Substrat	Sol profond marneux, 5 à 10% d'affleurement rocheux	Sol important avec éboulis	Sol marneux profond à 25% d'affleurement rocheux	Sol rocheux	Affleurement rocheux à 95%	Sol important avec des blocs rocheux éparpillés
Surface (m2)	2 000	128	128	128	25	2 000
Nombre d'espèces recensées	36	69	36	37	7	69
Nombre de strate	4	5	4	3	-	4
Espèces fréquentes et abondantes	- <i>Rhopalocarpus undulatus</i> - <i>Cynometra sp</i> - <i>Eugenia sp</i> - <i>Tina isaloensis</i> - <i>Diospyros sp</i>	- <i>Xanthocercis madagascariensi</i> s - <i>Stereospermum sp</i> - <i>Erythroxyton platicladum</i>	- <i>Physena sessifolia</i> - <i>Terminalia crenaat</i> - <i>Trophis montana</i> - <i>Pourpartia birrea</i>	- <i>Talinella sp</i> - <i>Hildegardia ankaranensis</i> - <i>Pachypodium decaryi</i> - <i>Leea guinensis</i>	- <i>Phymatodes sp</i> - <i>Buhinia sp</i> - <i>Landolphia sp</i> - <i>Jumellea sp</i>	- <i>Commiphora lasiodisca</i> - <i>Mallotus sp</i> - <i>Polycias sp</i>

Type I : galerie forestière/ forêt des alluvions

Type II : forêt semi-caducifoliée

Type III : forêt sèche caducifoliée

Type V : formation saxicole

Type IV : forêt sèche proche de fourré

Type VI : forêt sèche des sommets

Tableau 2 : Agents disperseurs probables des diaspores

Espèces	Agents disperseurs	Sources
<i>Dalbergia pervillei</i>	Vent	Obs.pers.
<i>Terminalia crenata</i>	<i>Eulemur coronatus</i> (Akomba)	Guides
	Pesanteur	Obs.Pers.
<i>Helicteropsis microsiphon</i>	Pesenteur	Obs.Pers.
<i>Pachypodium decaryi</i>	-	-
<i>Uncarina ankaranensis</i>	<i>Eulemur coronatus</i> (Akomba)	-
	<i>Galidea elegans</i> (Jaboody)	-
	Vent/ Pesanteur	Obs. Pers.

Par ailleurs, les 5 espèces peuvent être groupées en deux suivant le degré de perturbation de la régénération :

Espèces en bonne régénération : *Dalbergia pervillei*

Espèces en mauvaise régénération : *Terminalia crenata*, *Helicteropsis microsiphon*, *Pachypodium decaryi*, *Uncarina ankaranensis*.

3.5- Risque d'extinction

Les informations recueillies sur le terrain, sur les herbiers et les références bibliographiques disponibles ont permis d'estimer le risque d'extinction des espèces étudiées. Ces données sont résumées dans le tableau 3, après avoir appliqué les critères de Keith (1997) pour la catégorisation des menaces des espèces.

3.6- Evolution spatio-temporelle de la végétation

En 30 ans la forêt de la montagne des Français a connu une perte de la surface forestière de 1775 hectares, soit 33,07% de la surface totale.

De 5367 Ha en 1970 la surface est passée à 3592 Ha en 2000.

DISCUSSIONS

- Après destruction de la formation secondaire succède avant d'aboutir à une formation savanicole. Dans plusieurs reliques forestières, des individus de *Trema orientalis* ont été observés. De plus, une ouverture de la forêt primitive ou la dégradation de celle-ci occasionne l'installation d'une espèce de bambou qui serait caractéristique de l'est de Madagascar et ou du Sambirano.

- A titre comparatif, les plateaux calcaires de Bemaraha et de l'Ankarana se sont formés simultanément lors de la transgression marine du jurassique moyen (Besairie, 1965). Ceux de la montagne des Français datent de l'éocène. La montagne des Français ne fait que 5571 Ha contre 18220 Ha de l'Ankarana et la vaste réserve de Bemaraha avec 152000 Ha.

Tableau 3 : Risque d'extinction des espèces cibles

	<i>Dalbergia pervillei</i>	<i>Helicteropsis microsiphon</i>	<i>Pachypodium decaryi</i>	<i>Terminalia crenata</i>	<i>Uncarina ankaransensis</i>
Types de formation	FDSC et Bush xérophitique du Sud	FDSC	FDSC	FDSC	FDSC
Abondance (Montagne des Français)	393	145	21	263	220
nT	10	1	2	3	2
nAP	5	0	1	0	1
Futur déclin (%)	50	100	50	100	50
Aire d'occurrence (Km2)	369392,48	56	263	103	262
Aire d'occupation (Km2)	16842,76	56	263	103	262
Tolérance à la perturbation de l'habitat	Oui	oui	oui	Non	Oui
Déclin de la population (par des facteurs liés à l'espèce)	Déclin probable par l'exploitation de l'espèce	Inconnu mais déclin probable par disparition de l'habitat (de la forêt)	Inconnu, mais déclin probable par des vecteurs de pollinisation	Déclin probable par l'exploitation de l'espèce	Inconnu mais déclin probable par l'exploitation du fruit. Existence de parasite
Risque d'extinction	En danger A4 : B1B2ab (i,ii,iii,iv,v) : C1C2a (i) : D.	En danger critique A4 : B2ab (i,ii,iii,iv) : C1C2a (i) : D :E.	En danger A4 : B1B2 : C1C2a (i) : D :E	En danger critique d'extinction A4 : B1B2ab (i,ii,iii,iv,v) : C1C2a (i) : D	En danger A4 : B1B2 : C1C2a (i) : D :E.

nT : nombre de sous population totale ; **nAP** : nombre de sous population dans les aires protégées ; **RS** : réserve spéciale ; **PN** : parc national ; **FDSC** : forêt dense sèche caducifoliée.

4. CONCLUSION

L'étude entreprise sur les cinq espèces a donné des informations sur l'écologie et les risques d'extinction de chaque espèce concernant la description, la pollinisation, la dispersion des diaspores. Trois espèces parmi les cinq étudiées sont en danger (*Dalbergia pervillei*, *Pachypodium decaryi* et *Unkarina ankaranaensis*) et deux en danger critique d'extinction (*Terminalia crenata* et *Helicteropsis microsiphon*) si on se réfère aux critères UICN.

Du point de vue scientifique, l'endémicité atteint plus de 45,47% des espèces recensées, ce qui confère aux surfaces lapiézées et à la montagne des français une importance capitale en ce qui concerne la richesse floristique.

D'autre part, 6 types de formations se distinguant par leurs espèces caractéristiques, leur aspect physionomique basé sur la nature de leur substrat ainsi que leur exposition à différents facteurs ont été déterminées.

Enfin, la pratique du charbonnage constitue la principale menace de ces espèces et de leurs habitats. Ainsi, un système de cogestion entre le gouvernement et les utilisateurs des ressources combiné à un zonage, ne ferait que renforcer la préservation et la conservation des ces espèces ainsi que de leurs habitats.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bardot Vaucoulon, M., 1991.** Analyse floristique et mise en évidence des groupes écologiques sur facies karstiques dans le massif de l'Ankarana (zone du lac vert). Mémoire de DEA Option Ecologie végétale Université d'Antananarivo-Etablissement d'enseignement supérieur des Sciences, pp.99.
- Besairie, H. 1965.** La Géologie de la province de Diégo-Suarez. Service Géologique. Madagascar. (Ronéo).
- Brower, E. J., & Von Ende, C. N., 1990.** Fields and laboratory Methods for General Ecology. WM. C. Brown Publishers. 268p.
- Dajoz, R., 1975.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. Gauthiers Villars, Paris, 534 pp.
- Dajoz, R., 1996.** Précis d'écologie. Dunod, Paris.
- Gautier, L., Randrianarivo, R. & Ravalolonanahary, H., 1998.** Structure et flore de la forêt sur la pente d'Andranomay. Recherche pour le développement. MRS-CIDST, 13 :19-29.
- Gounot, M., 1969.** Méthodes d'étude quantitative de la végétation. MASSON, et Cie, Paris, 314 p.

- Humbert, H., 1955.** Les territoires phytogéographiques de Madagascar : leur cartographie. Colloque sur les Régions Ecologiques du Globe, Paris 1954. Annexe Biologie 31 : 195-204.
- Koechlin, J., 1991.** Techniques de terrain utilisées au jardin botanique de Missouri (MO), suggestions des chercheurs et des collaborateurs de MBG. Laboratoire de Phanérogamie, Mus-Nat-Hist-Paris. Revu par P.P. Lowry II MBG. 40pp.
- Rajeriarison, C., Faramalala, M.1999.** Nomenclature des formations végétales de Madagascar. ANGAP, Antananarivo, 42 pp.
- Schatz, G.E., 2001.** Generic Tree Flora of Madagascar. Royal Botanic Garden & Missouri Botanical Garden.

**CARACTERISATIONS ECOLOGIQUES DE LA FORET LITTORALE
D'ANALABEN'ISAHAKA ET ECOLOGIE DE QUELQUES ESPECES
MENACEES (FORET CLASSEE A USAGE MULTIPLE DE LOKY
MANAMBATO – District de Vohémar)**

Herisoa MANJAKAHERY, Charlotte RAJERARISON, Edmond ROGER,
Clairemont RANDRIANARIVELO

BP 906, Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences, Université
d'Antananarivo.

RESUME

Ce travail a été fait dans la forêt littorale d'Analaben'i Sahaka. L'étude de cette formation a permis de savoir sa richesse floristique remarquable, avec un degré d'endémicité spécifique élevé. Cinq espèces menacées, endémiques : *Terminalia sulcata*, *Baudouinia sollyaeformis*, *Dyospiros aculeata*, *Dypsis lutescens*, *Adansonia madagascariensis* ont fait l'objet de cette étude. Les études menées au niveau de chaque espèce concernant l'abondance, la régénération, la distribution et l'état de l'habitat ont fourni des résultats qui ont permis de catégoriser chaque espèce selon les critères de l'UICN (2001). L'application de ces critères révèle que : *Baudouinia sollyaeformis* et *Dyospiros aculeata*, sont en danger critique d'extinction (CR), *Dypsis lutescens* est vulnérable (VU), *Adansonia madagascariensis* et *Terminalia sulcata* sont classées dans la catégorie en danger (EN) En outre, les espèces sont très utilisées pour la construction. De ce fait et par considération des risques d'extinction des espèces, des mesures de conservation ont été recommandées pour assurer leur pérennité.

Mots clés : Madagascar, Analaben'iSahaka, *Terminalia sulcata*, *Baudouinia sollyaeformis*, *Dyospiros aculeata*, *Dypsis lutescens*, *Adansonia madagascariensis*, flore littorale, régénération naturelle, étude diachronique, conservation, risque d'extinction, UICN

1. INTRODUCTION

Pour remédier à une régression d'un grand nombre d'espèces de faune et de flore qui affecte non seulement les espèces natives mais aussi les espèces endémiques, des mesures de protection et de conservation ont été prises au niveau national telle que la création de nouvelles aires protégées à mécanisme plus flexible et moins coûteux appelé « Système d'Aires Protégées de Madagascar ». C'est dans cette optique que le Missouri Botanical Garden a lancé le projet APAPC (Assesment of Priority Areas for Plants Conservation) dont l'objectif est d'augmenter le nombre de sites à protéger, afin de renforcer la conservation de la flore malgache. Pour réaliser cet objectif, une étude sur quelques espèces les plus menacées et/ou endémiques locales a été effectuée dans la forêt d'Analaben'i Sahaka (district de Vohémar) dans le cadre de l'évaluation de l'importance pour la conservation de ce site.

Les espèces : *Terminalia sulcata* (Combretaceae), *Baudouinia sollyaeformis* (Fabaceae), *Diospyros aculeata*, (Ebenaceae) *Dyopsis lutescens* (Arecaceae), *Adansonia madagascariensis* (Malvaceae) font l'objet de cette étude, dont l'objectif est d'obtenir des informations sur les habitats des espèces, leur régénération, d'estimer les risques d'extinction ainsi que les menaces qui pèsent sur l'habitat et les espèces et de fournir par la suite les données de base nécessaires à la conservation.

2. MILIEU D'ETUDE

La forêt d'Analaben'i Sahaka se trouve à l'extrême nord Est de Madagascar, entre Vohémar et Antsiranana. Elle est située entre 13°00'-13°20' de latitude Sud et 49° 30'-50°00 longitude Est.

- Au nord : elle est limitée par le lac Andranomanota
- A l'est : par l'Océan indien
- Au sud : par l'embouchure du grand fleuve Manambato
- A l'ouest : par le complexe lac Sahaka et marais Sahaka.

Selon l'arrêté N° 5862/05-MENENVEF du 31 Mai 2005 portant création de la « station Forestière à Usage Multiple de Loky-Manambato », la forêt d'Analaben'i Sahaka a été classée « Station Forestière à Usage Multiple ».

3. MATERIELS METHODES D'ETUDE ET

3.1. MATERIELS D'ETUDE

Cinq espèces de plantes (tirées de la liste floristique de la forêt d'Analaben'i Sahaka) menacées et/ou endémiques locales, à distribution restreinte ont été déterminées à partir de la base de données TROPICOS et des spécimens d'herbiers des herbaria (TEF, TAN) :

- *Terminalia sulcata* (Combretaceae),
- *Baudouinia sollyaeformis* (Fabaceae)
- *Dyospiros aculeata*, (Ebenaceae)
- *Dyopsis lutescens* (Arecaceae)
- *Adansonia madagascariensis* (Malvaceae)

3.2. METHODES D'ETUDE

3.2.1 Etude structurale de la végétation

La structure de la végétation est la disposition des individus des diverses espèces les unes par rapport aux autres dans le plan vertical et horizontal (DAJOZ, 1975). Cette étude comporte deux parties : l'étude de la structure verticale et celle de la structure horizontale.

- **Etude de la structure verticale**

La structure verticale est l'agencement des végétaux suivant le plan vertical (Gounot, 1969). La méthode utilisée pour cette étude est celle de Gautier (1994). Elle fait sortir la stratification et le recouvrement de la formation étudiée et permet de définir l'état de sa dégradation.

- **Etude de la structure horizontale**

La structure horizontale d'une végétation est la répartition des espèces cibles et celle des végétaux qui leur sont associés dans le plan horizontal. Dans cette étude, cette structure est exprimée par la densité des troncs d'arbres et leur distribution dans différentes classes de diamètre (en cm) : [10-15[, [15-20[, [20-25[, [25-30 [et ≥ 30 cm. Ces classes peuvent être additionnées ou retranchées suivant le type de forêt et la taille minimale des individus adultes de l'espèce étudiée. La fréquence des troncs par classe de diamètre sera traitée par Excel pour donner un histogramme dont l'allure sévira à interpréter l'état de la forêt. L'allure de référence est celle d'un « J » inversé, qui est l'allure normale pour une forêt en bon état (Rollet, 1969 et Birkinshaw, 1998)

La méthode de Quadrant Centré en un Point (QCP) adoptée par BROWER (1990) a été utilisée pour cette étude : les quadrants ont pour centre un pied adulte des espèces cibles pris au hasard, 2 lignes de direction perpendiculaire N-S et E-W, passant par le pied cible divisent la zone d'étude en quadrant NE, SE, SW et NW.

Dans chaque quadrant, le tronc d'arbre à Dhp ≥ 10 cm le plus proche du tronc de l'espèce cible (I) est pris comme arbre associé (A, B, C, D). Les paramètres relevés pour chaque arbre du tronc associé sont : diamètre à hauteur de poitrine (Dhp), hauteur du fût (Hf), hauteur maximale (Hm) et la distance entre l'arbre et le tronc de l'espèce cible. Dans les sites d'étude, 8 à 12 pieds cibles ont été pris au hasard.

Pour *Diospyros aculeata*, qui est un arbuste, les paramètres relevés pour chaque arbre associé sont la Hm et le Dhp.

3.2.2 Abondance numérique des espèces cibles

L'abondance numérique d'une espèce est le nombre total de ses individus dans la surface étudiée. Sa valeur peut être déduite de la densité des individus (BLONDE, 1979). La méthodologie choisie pour son évaluation est celle des placeaux d'abondance de 100mx20m (0,2ha), divisés en 20 placettes de 10x10m, placés au hasard dans la zone d'étude qui est représentative de la sous population de l'espèce étudiée.

Dans les placettes sont comptés les pieds d'individus matures (capables de se reproduire, généralement à Dhp ≥ 10 cm) ; leur hauteur maximale (Hm), et la hauteur de fût (Hf) ont été aussi notées. Dans chaque parcelle, les coordonnées géographiques sont enregistrées à l'aide d'un GPS.

La moyenne des nombres d'individus recensés dans ces placettes, rapportée à l'hectare, donne la densité de la population. Connaissant la valeur de cette densité, l'abondance numérique de la sous population peut être déduite.

3.2.3 Etude de la régénération naturelle.

La régénération naturelle est l'ensemble des processus par lesquels les individus se reproduisent dans une formation végétale (Rollet, 1964). L'étude de la régénération naturelle des espèces comprend la phénologie, la pollinisation, la dispersion des diaspores et l'estimation du taux de régénération

3.2.4 Etude de la distribution des espèces cibles

La distribution des espèces est représentée par la distribution des sites de récoltes des spécimens d'herbier recensés dans les herbaria. L'étude comprend deux étapes : l'élaboration et l'analyse de la carte de distribution.

Les coordonnées géographiques des sites de récolte de chaque espèce sont relevées dans le gazetteer de MBG qui est disponible sur internet (<http://www.mmobot.org/mobot/research/madagascar/gazetter>); elles sont ensuite traitées avec le logiciel Arc View 3.2 générant ainsi la carte de distribution de chaque espèce

L'analyse de la carte de distribution fera ressortir les informations concernant le nombre de sous populations à l'intérieur et hors Aires Protégées, l'aire d'occurrence, l'aire d'occupation et la prédiction du futur déclin.

3.2.5. Estimation des risques d'extinction

L'évaluation des risques d'extinction des espèces cibles est basée sur leur utilisation et sur les menaces qui pèsent sur les habitats. Ensuite, les espèces sont classées suivant les catégories de menace établies par l'UICN (2001)

4. RESULTATS

4.1. Structures verticale et horizontale des sites représentatifs des espèces cibles sont représentés par les tableaux 1 et 2.

Tableau 1 : Structure verticale des sites représentatifs des espèces cibles

Espèces cibles		<i>Terminalia sulcata</i> ,	<i>Baudouinia sollyaeformis</i>	<i>Diospyros aculeata</i>	<i>Dypsis lutescens</i>	<i>Adansonia madagascariensis</i>
site		Mosorolava	Antovonjianivo	Andrangana sud	Andrainginalo est	Ambolibozy
Coordonnées géographiques	Latitude	13°05'42.3"S	13°04'37.4"S	13°04'44.0"S	13°04'05.6"S	13°05'32.3 " S
	Longitude	49°54'22.22"E	49°54'42.2"E	49°54'09.4"E	49°54'28.0"E	49°54'07.8" E
Limite supérieure de la canopée		Discontinue	Discontinue	Discontinue	Discontinue	fragmentée
Hauteur de la canopée		N'excède pas 12 m	Ne dépasse pas 8m	entre 8 et 10m	Ne dépasse pas 8m	entre 8 et 10m
Stratification	Strate inférieure	[0-2[m	[0-2[m	[0-2[m	[0-2[m	[0-2[m
	Strate moyenne	[2-6[m	[2-6[m	[2-6[m	[2-6[m	[2-6[m
	Strate supérieure	[6-12[m	[6-12[m	[6-12[m	[6-12[m	[6-12[m
Récouvrement		Taux de recouvrement élevé de la strate inférieure par rapport à celui de la strate supérieure				
Caractéristiques		Abondance des espèces héliophiles Arbres de petite taille	Forêt basse et clairsemée Abondance des espèces héliophiles	Abondance des espèces héliophiles	Forêt basse	Forêt assez haute
Emergents		<i>Terminalia sulcata</i> , <i>Rhopalocarpus undulatus</i> , <i>Danguyodrypetes sp</i> , <i>Strychnos dessucata</i> , <i>Asteropéia amblyocarpa</i>	Baudouinia sollyaeformis , <i>Danguyodrypetes sp</i> , <i>Asteropeia amblyocarpa</i> <i>Pachypodium lamerei</i>	<i>Diospyros aculeata</i> <i>Rhopalocarpus undulatus</i> , <i>Danguyodrypetes sp</i> , <i>Strychnos dessucata</i> , <i>Asteropéia amblyocarpa</i> <i>Tannodia sp</i>	<i>Dypsis lutescens</i> , <i>Rhopalocarpus undulatus</i> , <i>Danguyodrypetes sp</i> , <i>Strychnos dessucata</i> , <i>Asteropéia amblyocarpa</i>	<i>Adansonia madagascariensis</i> , <i>Tannodia pennivenia</i> , <i>Alchornea alnifolia</i> ; <i>Asteropéia amblyocarpa</i>

Tableau 2 : structure horizontale des sites représentatifs des espèces cibles

Espèces cibles		<i>Terminalia sulcata</i> ,	<i>Baudouinia sollyaeformis</i>	<i>Diospyros aculeata</i>	<i>Dypsis lutescens</i>	<i>Adansonia madagascariensis</i>
Site		Mosorolava	Antovonjianivo	Andrangana sud	Andrainginalo est	Ambolibozy
Coordonnées géographiques	Latitude	13°05'42.3"S	13°04'37.4"S	13°04'44.0"S	13°04'05.6"S	13°05'32.3 "S
	Longitude	49°54'22.22"E	49°54'42.2"E	49°54'09.4"E	49°54'28.0"E	49°54'07.8"E

Densité des troncs d'arbres (troncs d'arbres/ha)	50,33	145,24	131,08	240,53	128,02
Courbe de distribution	Allure en forme de « J » inversé Rareté des gros arbres à gros diamètre	Prédominance des petits diamètres Rareté des gros troncs	Allure en forme de « J » inversé Classe de diamètre [10-15]cm bien représentée	Faible fréquence de la classe de diamètre supérieure à 30cm	Allure en forme de « J » inversé Classe de diamètre [10-15]cm bien représentée

4.2. Abondance numérique

L'abondance de chaque espèce dans les différents sites de la forêt Analaben'i Sahaka est résumée dans le tableau 3.

Les individus ont été dénombrés par comptage direct (*).

Tableau 3 : Abondance numérique des espèces cibles

Espèces cibles	Nombre de sous populations étudiées	Aire (S) occupée par l'espèce dans le site	Densité (ind/ha)	Abondance	Localités
<i>Terminalia sulcata</i>	1/3	1,6	185	296	Mosorolava Andrainginalo Andrainginalo nord
<i>Baudouinia sollyaeformis</i>	1/3	2,4	355	852	Ambaribe Antovonjianivo Andavakabe
<i>Diospyros aculeata</i>	¼	2	245	490	Antovonjianivo Agnego Andrainginalo Est
<i>Dypsis lutescens</i>	1/3	1,8	*	10	Andrangana sud Antovonjianivo Andrainginalo Est
<i>Adansonia madagascariensis</i>	1/10	0,2	*	2	Ambolibozy

4.3. Description des espèces cibles

- *Terminalia sulcata* Tul. (Combretaceae)

Nom vernaculaire : Mantaly

Grand arbre, de 10-12m de haut, de 70cm de Dhp à maturité, à feuillage caduque. Rameaux étalés ; tige, pétiole et face inférieure des feuilles couverts de poils ferrugineux, courts et denses ;

- *Baudouinia sollyaeformis* Baill. (Fabaceae)
 Nom vernaculaire : Maherivavy
 Arbre de 6 à 8m de haut, 20 à 50 cm de Dhp, à tronc grisâtre.
 Feuilles penninerves, simples, petites, obovales ; fleurs petites de couleur jaune
- *Adansonia madagascariensis* Baill. (Malvaceae)
 Nom vernaculaire : Bozy
 Grand arbre de 12à 30m de haut, à sommet arrondi, tronc un peu renflé, cylindrique. Ecorce lisse de couleur gris clair, branches noueuses et disposées le long du tronc. Feuilles assez longuement pétiolées ; fruit : petite baie, plus ou moins ronde.
- *Dypsis lutescens* Beentje & J.Dransf. (Arecaceae)
 Nom vernaculaire : Kindro
 Palmier en groupe de 3 à 10 individus, de taille moyenne, mesurant 4 à 8 m de haut de diamètre entre 5à12cm, feuilles disposées en spirale de 5 à 11 ; 44 à 150 folioles régulières de part et d'autre du rachis ; feuilles orientées selon 3 plans verticaux ; inflorescence interpetiolaire, ramifiée de 3 ordres ; fruit ellipsoïde, de couleur jaune à maturité.
- *Diospyros aculeata* H.Perr (Ebenaceae)
 Nom vernaculaire : Hazomafana
 Arbre de 4 à 8 m de long, 5 à 10 cm de Dhp, à rameaux courts, à feuillage caduque ; feuilles alternes ; fleur dioïque, solitaire, tétramère.

4.4. Distribution des espèces

Le tableau 4 résume les résultats de l'analyse de la distribution des espèces cibles

Tableau 4 : Résultats de l'étude de distribution des espèces cibles

Espèces	Domaines	Types de formation	Aires d'occurrence (Km ²)	Aire d'occupation	Sous population totale	Sous population dans les AP	Déclin futur (%)
<i>Terminalia sulcata</i>	Est	FLE, FDHBA	255	28	3	0	100
<i>Baudouinia sollyaeformis</i>	Est	FLE	452	136	3	0	100
<i>Diospyros aculeata</i>	Est	FLE, FLO, FSCO	202	40035	3	0	100

<i>Dypsis lutescens</i>	Est	FLE, FDHBA	36242	17789	2	1	50
<i>Adansonia madagascariensis</i>	Ouest, Est	FLE, FDHBA, FSCO	45877	5288	10	1	90

FLE : Forêt littorale Est, **FLO** : Forêt Littorale ouest, **FDHBA** : forêt Dense Humide de Basse Altitude, **FSCO** : forêt Sèche Caducifoliée Ouest, **AP** : Aire protégée

4.5. Risque d'extinction des espèces cibles

Les risques d'extinction des espèces cibles sont évalués à partir de toutes les informations rassemblées dans le tableau 5, des espèces sont en « Danger critique d'extinction » (CR), « En danger » (EN) ou « Vulnérable(VU).

Tableau 5 : Risque d'extinction des espèces cibles

Espèces	<i>Terminalia sulcata</i>	<i>Baudouinia sollyaeformis</i>	<i>Diospyros aculeata</i>	<i>Dypsis lutescens</i>	<i>Adansonia madagascariensis</i>
Type de végétation	FL	FL	FL	FL	FL
Abondance (pour Analaben'i Sahaka)	296	852	10	490	2
Nombre de sous populations totales	3	3	3	2	10
Nombre de sous population dans les AP	0	0	0	1	1
Aire d'occurrence (Km ²)	255	452	202	36242	45877
Aire d'occupation (Km ²)	28	136	40035	17789	5288
Distribution	Restreinte (Analabe, Fanambana, Ambondrombe forest)	Restreinte (Port leuven, Analabe, Fanambana)	Restreinte (Analabe, Ramena, Orangea)	Large (Analabe, Mahabo, Mananivo, Manambia)	Large (Ankarana, Daraina, Analabe, Maromandia)
Futur déclin (%)	100	100	100	50	90
Régénération	Perturbée	Perturbée	Perturbée	Perturbée	Perturbée
Modes de dispersion	Barochorie endozoochorie	Barochorie	Barochorie	Barochorie endozoochorie	Barochorie endozoochorie
Utilisation	oui	oui	oui	oui	oui
Perte d'habitat	Oui	oui	oui	oui	Oui
Tolérance à la perturbation	Oui	non	non	oui	Non
Catégorie de menace (selon UICN)	EN A4 ; B1a et/ou B2a ; C1	CR A4 ; B1a et/ou B2a ; C1	CR A4 ; B1a et/ou B2a ; C1	VU A4 ; B1a et/ou B2a ; C1 ; D2	EN A4 ; B1a et/ou B2a ; C1

FL : Forêt littorale, **AP** : Aires Protégées

5. CONCLUSION

La compilation des données bibliographiques et des résultats des travaux sur terrain a donné des informations sur la forêt d'Analaben'i Sahaka et les cinq espèces cibles. Cette forêt possède une grande richesse floristique avec un degré d'endémicité spécifique très élevé (53,47%), la hauteur maximale des émergents est de 12m, la voûte supérieure des arbres est assez ouverte car la lumière parvient jusqu'au sous bois de la forêt.

Selon UICN, 2001 : *Baudouinia sollyaeformis* et *Diospyros aculeata* sont classées en danger critique d'extinction (CR A4 ; B1a et/ou B2a ; C1) *Adansonia madagascariensis* et *Terminalia sulcata* sont classées en danger (EN A4 ; B1a et/ou B2a ; C1), et *Dyopsis lutescens* est catégorisée vulnérable (VU A4 ; B1a et/ou B2a ; C1 ; D2).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre gratitude à tous ceux qui nous ont aidés dans l'accomplissement de notre étude :

- au Missouri Botanical Garden
- aux enseignants du Département de Biologie et Ecologie Végétales, option Ecologie Végétale, à l'université d'Antananarivo
- aux guides et à tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce travail.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Birkinshaw, C.R., Messmer,N.,Ralimanana,H.Ranaivojaona,R., Randrianaivo,R & Ravololonanahary,H. 1998.** Structure et flore de la forêt sur la pente d'Andranomay. Recherches pour le développement, MRS-CIDST, 13 :15-29
- Blonde, J., 1979.** Biogéographie et Ecologie. Edition Masson. Paris. pp: 13-44
- Browers, E.J., Zar, H.J&Von Ende, C.N., 1990.** Fields and Laboratory Methods for général Ecology. Wm. C. Brown Publishers.238p
- Dajoz, R, 1975.** Precis d'écologie. gauthier-Villars.Paris.549p
- Gautier,L.,1994** in
- Birkinshaw ,C.R.,Messmer,N.,Ralimanana,H.Ranaivojaona,R., Randrianaivo,Ravololonanahary,H. 1998 .** Structure et flore de la forêt sur la pente d'Andranomay. Recherches pour le développement, MRS-CIDST, 13 :15-29
- Gounot, M., 1969.** Méthodes d'étude quantitative de la végétation, Masson et Compagnie, Paris.314p.

- Razafindrakoto, F.Y., 2001.** Description, Distribution, Etude écologique. Utilisation et risques d'extinction des neufs espèces du genre *Schizolaena*, appartenant à une famille endémique malgache : Sarcolaenaceae. Mémoire de DEA en SBA Ecologie Végétale, Université d'Antananarivo.
- Rollet, P ; 1969.** Application des diverses méthodes d'analyse de données à des inventaires forestiers détaillés levés en forêt tropicale. Edition Gauthier Villars. Oecologia. pp : 19-33
- Rollet, P.,1964.** Régénération naturelle en forêt tropicale. Le *Dipterocarpus dreysi* Dau sur le versant cambodgien du Golfe de Siam. Bois et forêts des tropiques, Madagascar. Pp 319-344.
- UICN, 2001.** Catégorie de l'UICN pour les Listes Rouges, UICN, Gland.31p.

DYNAMIQUES POST-CULTURALES ET PRATIQUES AGRIQUES EN LISIERE DU CORRIDOR RANOMAFANA- ANDRINGITRA-IVOHIBE

R. Josoa RANDRIAMALALA, Edmond ROGER, Stéphanie CARRIERE
B.P. 906. Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences. Université
d'Antananarivo.

RESUME

Les successions végétales post-culturelles en lisière du corridor Ranomafana-Andringitra ont fait l'objet de cette étude. Les objectifs sont de montrer l'évolution de la végétation des jachères de la zone d'étude du point de vue floristique, de dégager les principaux facteurs qui influencent ces évolutions. Une approche synchronique consistant à observer des jachères d'âges différents a été adoptée. Les critères de choix étaient : la physiologie et l'âge de la jachère. Vingt-neuf parcelles ont été ainsi choisies. Un relevé floristique précédé d'une recherche d'une Aire minimale a été effectué sur chacune d'elles. Des enquêtes sur les historiques des parcelles ont également été faites auprès des propriétaires. Des analyses factorielles ont été utilisées pour identifier les compositions floristiques et les historiques similaires. Les informations mutuelles entre les espèces et les facteurs retenus, d'ordre stationnel et culturel, ont été calculées pour mettre en évidence les facteurs efficaces. Les dynamiques de la composition floristique des jachères étudiées dépendent surtout de l'âge de la jachère, de l'intensité de remaniement du sol, de la pente, et de l'intensité d'usage agricole. Des évolutions progressives peuvent avoir lieu si les perturbations liées à la mise en culture de la parcelle considérée sont faibles si non les dynamiques régressives pouvant aboutir à une formation pseudo-steppique appelée localement *kilanjy* ont lieu.

Mots clés : Jachère, Dynamiques post-culturelles, pratiques agricoles, corridor forestier, Hautes-Terres, Madagascar

1. INTRODUCTION

Les principaux facteurs affectant l'installation et l'évolution de la végétation pionnière des jachères d'origine forestière en milieu tropical humide sont les modes de défrichement (Mitja & Puig, 1993) et de préparation du sol (DE Rouw, 1991), les pratiques de coupes sélectives (Mitja & Hladik, 1989 ; Carrière *et al.* 2002 (a) et (b)). L'environnement immédiat joue également un rôle prépondérant sur la vitesse de la reconstitution de la végétation en particulier la proximité aux sources de graines (Mitja & Hladik, 1989).

A Madagascar, l'agriculture sur brûlis a toujours été considérée comme l'une des principales causes de la déforestation (Humbert, 1927). Jusqu'à

présent, aucune solution durable n'a pu être proposée pour lutter contre cette pratique agricole jugée destructrice et anti-économique par l'administration et nombre d'observateurs extérieurs. D'où l'intérêt d'approfondir l'étude de l'influence de ces pratiques sur la végétation forestière primaire et en particulier sa reconversion en jachères. La littérature disponible sur la végétation secondaire (*savoka*) issue de cette pratique met généralement l'accent sur la description des différents stades de successions végétales post-culturelles (Razafimamonjy, 1987 ; Rasolofoharinoro *et al.* 1997 ; Razanadravao, 1997 ; Pfund, 2000). Les détails du passé culturel (modalité des différentes pratiques culturelles et leurs successions précises dans le temps) sont souvent négligés et les relations entre la végétation et les autres facteurs environnementaux restent qualitatives.

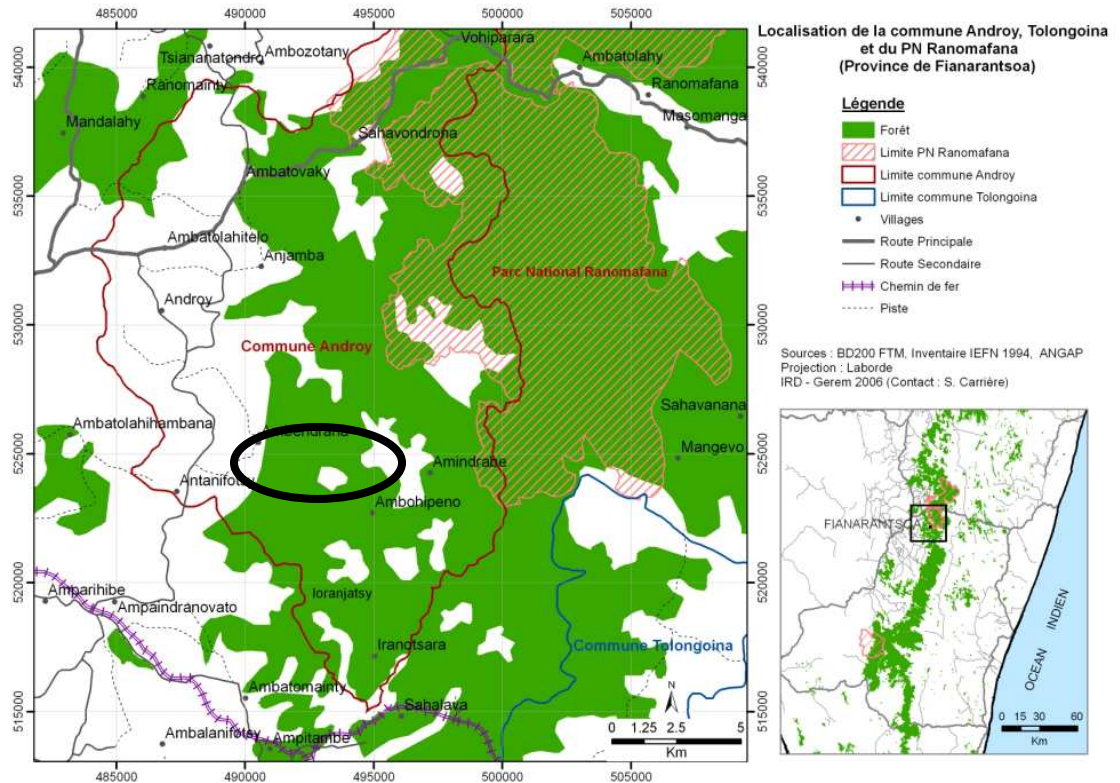
La présente étude s'intéresse aux facteurs déterminants de la régénération post-culturelle en zone de forêts humides sur les Hautes-Terres malgaches. Les objectifs sont (1) de mettre en évidence les effets des pratiques culturelles sur l'évolution de la composition floristique des jachères et (2) d'identifier les espèces indicatrices des différentes historiques culturelles et de conditions écologiques particulières.

2. MILIEU D'ETUDE

Le site d'étude (Carte 1) est localisé dans la région nord-ouest du corridor forestier de Fianarantsoa, dans et autour du terroir villageois d'Ambendrana (21°22'46"S ; 47°18'34 E; Alt. 1132 m), *Fivondronana* Fianarantsoa II, Commune d'Androy, Fonkontany d'Iambara. Le paysage de la zone se caractérise par la coexistence de parcelles de jachères, d'îlots de forêts primaires préservés (tombeaux, anciens villages), de plantations de pins et d'eucalyptus et de lisières forestières entre le terroir agricole et la forêt naturelle du corridor à l'Ouest. Cette forêt est de type dense ombrophile de moyenne altitude caractérisée entre autres par la série à *Weinmannia* sp. (Cunoniaceae) et à *Tambourissa* sp. (Monimiaceae).

4. MATERIELS ET METHODES D'ETUDE

La méthode synchronique adoptée consiste à observer au même moment des parcelles d'âges différents. Les âges approximatifs des jachères et leur physionomie ont été utilisés pour le choix des parcelles d'étude. Des enquêtes informelles auprès des propriétaires des parcelles choisies ont permis de connaître leurs âges approximatifs et leurs histoires. Ainsi, 29 parcelles ont été retenues. Les relevés des 14 premières parcelles (P1 à P14) proviennent des données de Randriamalala *et al.* (2005) et les 15 dernières (R1 à R15) ont été sélectionnées en 2006. Il s'agit ici d'une étude approfondie qui regroupe toutes les données acquises par les auteurs jusqu'aujourd'hui.



Carte 1 : Localisation du milieu d'étude

- Relevés floristiques

Les méthodes de relevé appliquées pour les deux catégories d'échantillons sont les mêmes, à savoir, la détermination d'une aire minimale (Gounot, 1969, Frontier & Pichod Viale, 1998) précédant l'inventaire floristique. Cette aire variait de 4 à 100 m², selon la physionomie de la jachère et la diversité floristique de sa végétation.

Les paramètres de relevé ont ensuite permis de calculer des descripteurs biotiques de la végétation : la richesse spécifique (S), la densité des ligneux de plus de 1,30 m rapportée à l'hectare (D), le pourcentage de plantes annuelles (%Ann.), et la hauteur maximale (Hm). L'indice de régularité R a également été calculé selon la formule suivante (Frontier & Pichod vialé, 1998) :

$$R = -[\sum (n_i/N)\log_2(n_i/N)]_{(i=1 \text{ à } S)} / \log_2 S$$

Avec, n_i l'abondance de l'espèce i et $N = \sum_{i=1}^S n_i$ l'abondance totale.

Une AFC sur le tableau (relevé x espèces) sera effectuée pour mettre en évidence les variations de la composition floristique des jachères. Elle concerne les espèces de fréquence spécifique au moins égale à 40%. La fréquence spécifique étant égale à :

$$Fi = (\text{Nbr. de carrés où l'espèce est présente}) \times 100 / (\text{Nbr. total de carrés})$$

Le nombre total de carrés correspond à une surface égale au double de l'aire minimale. Chaque espèce est pondérée par les fréquences spécifiques correspondantes. Au total on a 29 relevés x 130 espèces.

Des analyses de variances avec des tests de Tukey ont été utilisées pour apprécier le degré de signification de la différence entre les valeurs de S et Hm tandis que des tests non paramétriques de Kruskal-Wallis l'ont été pour D, R et % Ann. Le risque d'erreur accepté est $\alpha < 0,05$.

- Enquêtes sur l'historique des parcelles

Les enquêtes s'adressaient aux propriétaires des jachères sélectionnées et concernaient la date du premier défrichement, l'âge des jachères, les pratiques culturales (mode de préparation du sol, nature des plantes cultivées, leurs successions dans le temps). Les résultats ont permis l'estimation des valeurs des paramètres culturels suivants : (1) la durée depuis le premier défrichement, (2) l'âge de la jachère, (3) le nombre de cycles culture-jachère, (4) l'intensité d'usage agricole (IUA) qui est le rapport du temps de culture sur la durée totale d'exploitation, jachère comprise (Serpantie, 2003) et (5) l'intensité de remaniement du sol. Ce dernier présente 3 modalités : (1) faible remaniement, semis direct ; (2) remaniement moyennement fort, Kobokaka (préparation du sol consistant à l'ameublir sans retourner les mottes), (3) fort remaniement du sol par le labour. Les résultats sur les historiques des parcelles et sur les pratiques culturales ont fait l'objet de recoupement par enquêtes sur le terrain avant d'être saisis.

Une ACP couplée avec une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) à lien complet, avec une distance euclidienne (Legendre & Legendre, 1984) sera effectuée sur le tableau (relevés x paramètres culturels) afin de caractériser les principaux types d'historiques culturels.

- Identification des facteurs discriminants et des espèces indicatrices : entropie facteur, entropie espèce et information mutuelle

Les facteurs pris en compte sont des paramètres culturels et stationnels dont le codage des modalités, sous forme de classes, est présenté ci-dessous :

- Durée depuis le premier défrichement (1^{er} Défr.) : 1=<10 ans, 2=10 à 20 ans, 3=>20 ans ;
- Age de la jachère (Age jach.) : 1=<6 ans, 2=6 à 12 ans, 3=14 à 22 ans ;
- Nombre de cycles culture-jachère (Nbr cj) : 1=1, 2=2, 3=3 et 4 ;
- Intensité d'usage agricole (IUA) : 1=<0,21, 2=0,21 à 0,5, 3=>0,5 ;
- Intensité de remaniement du sol (I de rem.) : 1=1, 2=2, 3=3 ;

- Altitude (Alt.) : 1=<1150 m, 2=1150 à 1200 m, 3= >1200 m ;
- Pente (Pte) : 1=faible (<20°), 2=forte (21 à 30°), 3=très forte (>30°) ;
- Exposition (Exp.) : 1=bien exposé au soleil (N), 2=mal exposé (S), 3 = autre (E et W) ;
 - Position topographique (Pos. Topo) : 1= Bas-Versant, 2=Mi-Versant, 3=Haut-Versant et Sommet.

L'entropie d'une espèce i , qui est la quantité d'information qu'elle apporte (Frontier & Pichod Viale, 1998) est fournie par la relation :

$$E_{sp.} = -p_i \log_2 p_i - a_i \log_2 a_i$$

Avec, p_i le taux de présence de l'espèce i et a_i le taux d'absence ($p_i + a_i = 1$).

Une espèce à faible entropie est soit rare ($p_i \sim 0$), soit présente dans tous les relevés ($p_i \sim 1$).

L'entropie facteur, qui indique la quantité d'information apportée par un facteur (Frontier & Pichod Viale, 1998), est donnée par la relation :

$$E_F = -\sum_{i=1}^m q_i \log_2 q_i$$

Avec, q_i la proportion de relevés dans la classe i et m le nombre de classes.

Une valeur élevée d'EF signifie une répartition équitable des relevés à l'intérieur des différentes classes du facteur F , autrement dit, les valeurs q_i sont égales.

L'information mutuelle entre les espèces et un facteur permet d'identifier les espèces les plus liées aux différents états du facteur (Legendre & Legendre, 1984) et donc de mettre en évidence les espèces indicatrices correspondantes pourvue qu'elles présentent une entropie convenable (Daget & Godron, 1982). Cette information est calculée comme suit :

$$I(sp., F) = (1/(U+V)) [\sum u_i \log_2((u_i/r_i)((U+V)/U)) + \sum v_i \log_2((v_i/r_i)((U+V)/V))]_{(i=1 \text{ à } n)}$$

- Avec U le nombre de relevés où l'espèce est présente ;
- V le nombre de relevés où l'espèce est absente ;
- u_i le nombre de relevés de la classe i où l'espèce est présente ;
- v_i le nombre de relevés de la classe i où l'espèce est absente ;
- n le nombre de classes du facteur ;
- i représente les différentes classes du facteur.

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

- Dynamique de la végétation

La liste des espèces et les familles correspondantes par relevé est donnée en Annexe 1.

La figure 1 issu de l'AFC montre que la composition floristique des jachères arborées et arbustives (A et Ab) se distinguent nettement de celle des jachères herbacées (H).

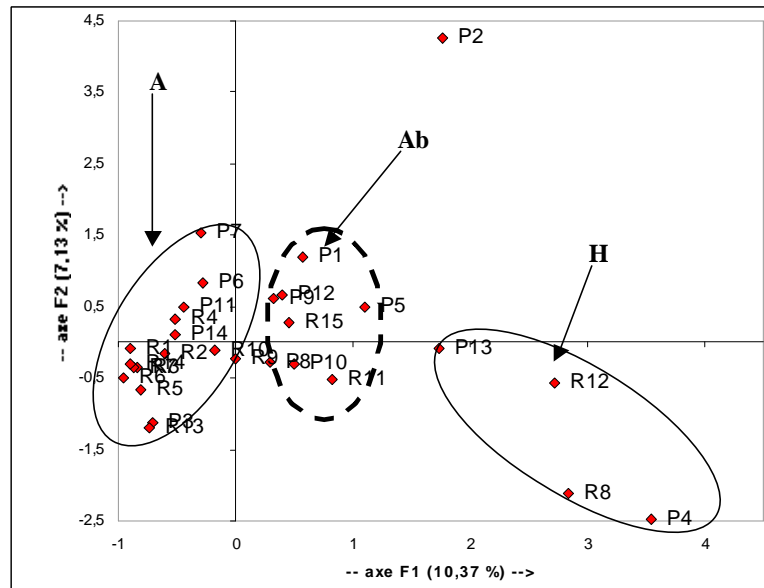


Figure 1 : projection de toutes les parcelles d'étude dans le premier plan factoriel.

Les jachères herbacées (H) se caractérisent par des espèces annuelles et/ou subligneuses telles que *Torenia stolonifolia* (Scrophulariaceae), *Sporobolus subulatus* (Poaceae), *Desmodium frutescens* (Fabaceae), *Sida rhombifolia* (Malvaceae) et *Psiadia salviaefolia* (Asteraceae).

Les jachères arbustives sont dominées par des arbustes anémochores telles que *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae) et *Psiadia altissima* (Asteraceae) et des fougères comme *Pteridium aquilinum*. (Pteridaceae). Des espèces herbacées et/ou sub-ligneuses que l'on retrouve dans les jachères herbacées (H), telles qu'*Ageratum conyzoides* (Asteraceae), *Erigeron naudinii* (Asteraceae) et *Philippia floribunda* (Ericaceae) s'y rencontrent également.

Les jachères arborées (A) sont caractérisées par des espèces essentiellement zoochores que l'on retrouve dans la forêt mature du corridor, comme : *Weinmannia bojeriana* (Cunoniaceae), *Pachytrophe dimepate* (Moraceae) et *Rhus taratana* (Anacardiaceae) en plus d'autres espèces zoochores qu'elles partagent avec les jachères arbustives (*Eugenia emirnisensis* (Myrtaceae), *Passiflora incarnata* (Passifloraceae), *Phytolacca dodecandra* (Phytolaccaceae) et *Carissa edulis* (Apocynaceae)).

Le tableau 1 montre les valeurs moyennes des caractéristiques phytosociologiques des trois groupes de jachères.

Tableau 1 : Caractéristiques phytosociologiques des groupes de relevés.

Groupes	N	Age jach (année)	S (aire minimale)	Hmax (m)	D (n/ha)	R	%Ann.
Arborées (A)	11	11,73 (a)	47,36 (a)	9,91 (a)	17038,05 (a)	0,86 (a)	0,17 (a)
Arbustives (Ab)	12	5,62 (b)	26,23 (b)	4,86 (b)	13526,87 (a)	0,78 (b)	0,28 (a)
Herbacées (H)	5	2,00 (b)	13,20 (b)	0,71 (b)	-	0,61 (c)	0,82 (b)
Degré de signification p						0,014 (a-b)	
		0,008	0,001	0,005	0,192	0,020 (a-c)	0,002
						0,026 (b-c)	

Les jachères arbustives (Ab) et herbacées (H) forment un groupe homogène pour ce qui est de l'âge ($p = 0,357$), de la richesse spécifique ($p = 0,156$) et de la hauteur maximale ($p = 0,082$) même si les valeurs associées à Ab sont plus élevées. Par contre, les jachères arborées (A) sont significativement plus âgées ($p = 0,008$), plus riches en espèces ($p = 0,001$) et présentent des canopées nettement plus hautes ($p = 0,005$). Les densités des ligneux des deux premiers groupes (A et Ab) ne sont pas significativement différentes ($p = 0,192$). Il en est de même pour le pourcentage des plantes annuelles ($p = 0,156$). Les individus des jachères arborées se répartissent plus équitablement que ceux des arbustives ($p = 0,014$) et des herbacées ($p = 0,020$).

- Historiques de parcelles et pratiques agricoles

Le premier défrichement consiste à couper tous les arbres d'une parcelle, à les laisser sécher pendant une période d'une semaine à trois mois, selon les conditions atmosphériques et le consistence de la biomasse végétale, et à les brûler. Les souches des grands arbres, difficiles à enlever sont laissées sur place et même lors des cultures successives, seules les souches mortes en voie de décomposition font l'objet de dessouchage.

La Figure 2 montre que l'historique des parcelles peut être classé en trois groupes :

- G 1 : très jeunes jachères (<5 ans), fortement remaniés, labourées et fortement exploitées (cycles culture-jachère et IUA élevés), regroupant P2, P12, P13, P4, P5, R15, R11 et R12 ;
- G 2 : jeunes jachères (<10 ans) récemment défrichées, moyennement remaniées (*kobokaka*), n'ayant généralement fait l'objet que d'un seul cycle culture-jachère, et avec une faible IUA, regroupant R1, P1, P7, P11, R4, P6, R12, R2, R10 et R9 ;
- G3 : vieilles jachères (>10 ans) défrichées il y a plus de 15 ans, faiblement remaniées (semis direct) et faiblement exploitées (faible IUA).

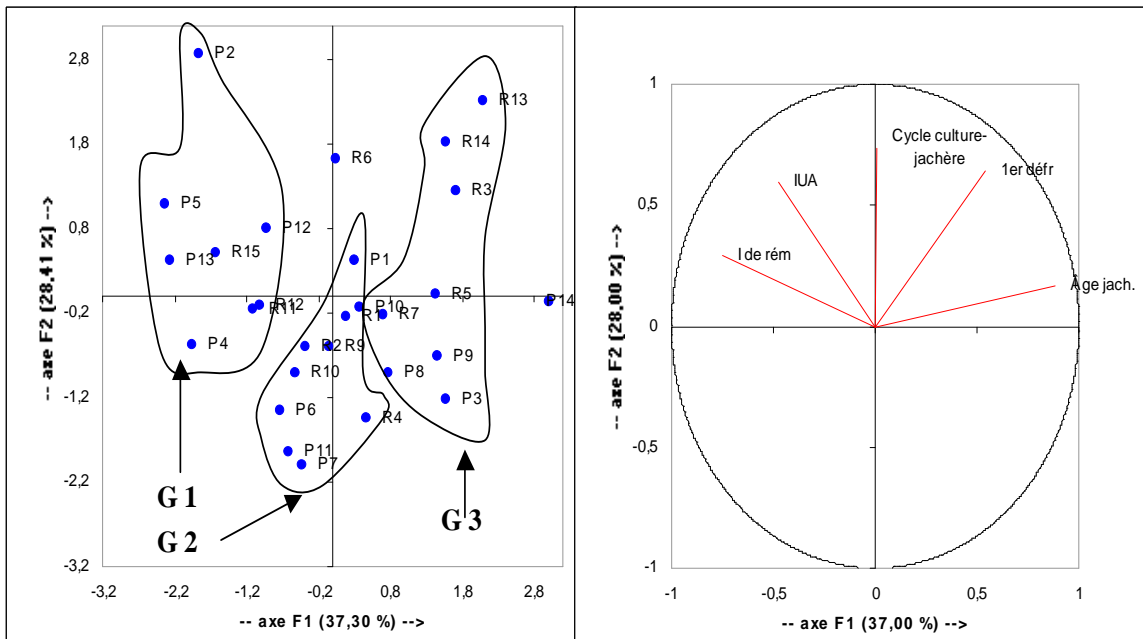


Figure 2 : Projection des parcelles d'étude (a) et des paramètres cultureux (b) dans le premier plan factoriel.

- Facteurs efficaces

L'efficacité des facteurs a été estimée à l'aide des informations mutuelles moyennes des espèces présentes. La Figure 3 montre que les facteurs les plus aptes à rendre compte de la répartition des espèces dans les différents relevés sont : l'âge de la jachère (Âge jach), l'intensité de remaniement du sol (I de rém.), l'intensité d'usage agricole (IUA), la pente (Pte) et dans une moindre mesure le nombre de cycles culture jachères (Cycle cj.). Les facteurs expositions (Exp.), altitude (Alt.), position topographique (Pos.topo) et la durée depuis le premier défrichement (1^{er} défr.) ne sont pas efficaces car même si certains d'entre eux sont associés à des informations mutuelles élevées, leurs entropies facteurs sont faibles.

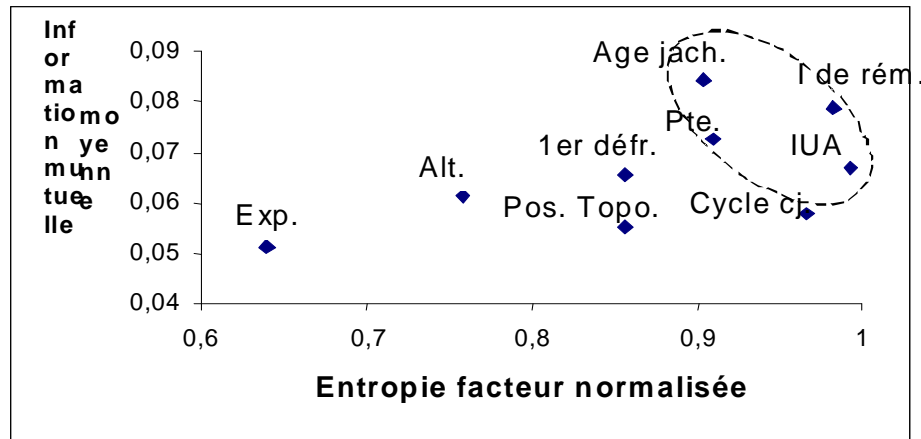


Figure 3 : Les facteurs les plus aptes pour la répartition des espèces dans les différents relevés

- Espèces indicatrices

Une espèce est considérée comme indicatrice vis à vis d'un facteur si leur information mutuelle est élevée et à condition que l'entropie espèce soit aussi appréciable (dans notre cas $E_{sp} > 0,80$ soit une fréquence spécifique de 25% au moins).

Les informations mutuelles des 5 premières espèces, relativement aux 5 facteurs retenus ainsi que les profils des fréquences relatives correspondantes, figurent dans le Tableau 2.

La présence de *Smilax kraussiana* (Smilacaceae), *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) et *Ilex mitis* (Aquifoliaceae) indique un faible remaniement du sol (pas de labour). Par contre, *Helichrysum cordifolium* (Asteraceae) et *Erigeron naudinii* (Asteraceae) ont une affinité marquée pour les parcelles fortement remaniées (classe 3).

Weinmannia rutenbergii (Cunoniaceae), *Maesa lanceolata* (Myricaceae) et *Harungana madagascariensis* (Clusiaceae) s'établissent préférentiellement dans les parcelles faiblement (classe 1) et/ou moyennement (classe 2) exploitées. *Dianella ensifolia* (Liliaceae) se développe sur des parcelles moyennement exploitées (classe 2). Par contre, *E. naudinii* prolifère sur des parcelles fortement exploitées.

Tableau 2 : Entropie et information mutuelle de quelques espèces

Genres et espèces	Entropie espèce	Information mutuelle	Fréquences spécifiques relatives (ui x 100/ri)		
			Intensité de remaniement	Classe 1	Classe 2	Classe 3
<i>Smilax kraussiana</i>	1,00	0,45	83	63	0
<i>Helichrysum cordifolium</i>	0,86	0,35	17	0	75
<i>Erigeron naudinii</i>	0,91	0,26	8	25	75
<i>Psidium cattleianum</i>	0,97	0,26	58	50	0
<i>Ilex mitis</i>	0,91	0,20	42	50	0
		IUA	Classe 1	Classe 2	Classe 3
<i>Dianella ensifolia</i>	0,99	0,32	13	82	22
<i>Weinmannia rutenbergii</i>	0,81	0,17	38	36	0
<i>Maesa lanceolata</i>	1,00	0,09	63	55	22
<i>Erigeron naudinii</i>	0,91	0,09	25	18	56
<i>Harungana madagascariensis</i>	0,99	0,09	63	73	33
		Âge jachère	Classe 1	Classe 2	Classe 3
<i>Psidium cattleianum</i>	0,97	0,43	7	60	100
<i>Tambourissa purpurea</i>	0,94	0,35	36	100	75
<i>Pachytrophe dimepate</i>	0,81	0,20	7	30	75
<i>Halleria ligustrifolia</i>	1,00	0,18	36	40	100
<i>Smilax kraussiana</i>	1,00	0,18	36	60	100
		Pente	Classe 1	Classe 2	Classe 3
<i>Pachytrophe dimepate</i>	0,81	0,28	0	47	0
<i>Rubus rosaefolus</i>	0,94	0,23	0	47	60
<i>Scleria baronii</i>	0,94	0,22	50	87	20
<i>Dianella ensifolia</i>	0,99	0,19	38	60	0
<i>Panicum maximum</i>	1,00	0,18	13	67	60

P. cattleianum, *Pachytrophe dimepate* (Moraceae), *Halleria ligustrifolia* (Scrophulariaceae), *S. kraussiana* et, dans une moindre mesure, *Tambourissa purpurea* (Monimiaceae) s'épanouissent dans les vieilles jachères (classe 3).

Les pentes moyennes (classe 2) sont favorables au développement de *P. dimepate*, *Rubus rosaefolus* (Rosaceae), *Scleria baronii* (Cyperaceae), *Dianella ensifolia* et *Panicum maximum* (Poaceae).

5. DISCUSSIONS

Les dynamiques post-culturelles de la végétation des jachères sont résumées dans la figure 4.

La majorité des parcelles arbustives sont des jeunes jachères (<10 ans) récemment défrichées, moyennement remaniées (*kobokaka*) appartenant au groupe G2 d'historique des parcelles, tandis que les jachères herbacées sont généralement de très jeunes jachères (<5 ans) fortement exploitées appartenant au groupe G1. Enfin, les jachères arborées sont des vieilles jachères (>10 ans) faiblement exploitées (IUA < 0,21). Les facteurs liés aux pratiques culturelles sont généralement les plus efficaces pour expliquer la structure (Hmax), la diversité floristique (S et R) et la répartition des espèces de la végétation des jachères.

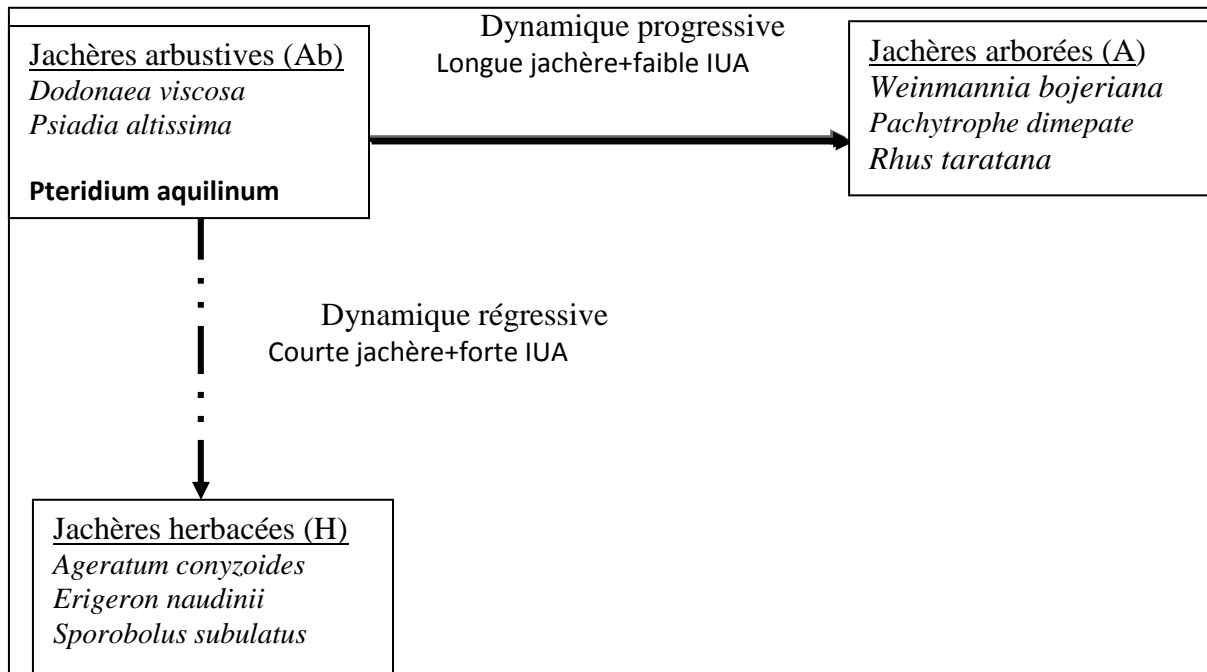


Figure 4 : Processus des successions végétales post-culturelles des jachères

Après l'abandon de la parcelle, les espèces pionnières essentiellement anémochores, herbacées et/ou ligneuses telles que *E. naudinii*, *H. cordifolium*, *Ageratum conyzoides* (Asteraceae) et *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae) occupent rapidement le terrain et sont particulièrement fréquentes pendant les 6 premières années de jachère. La régénération des espèces provenant de la forêt mature du corridor, est retardée par une forte exploitation caractérisée par une IUA élevée (>0,5) et/ou un fort remaniement du sol (labour). C'est notamment le cas de *S. kraussiana*, *I. mitis*, *W. rutenbergii* et de *P. dimepate*. Il est probable que les perturbations récurrentes liées aux mises en culture détruisent au moins partiellement la banque de graine de ces espèces,

généralement zoochores et les souches épargnées lors du premier défrichement. Après, 14 années de jachère, les espèces herbacées disparaissent pratiquement tandis que les arbustes pionniers comme *Dodonaea viscosa* persistent encore et les espèces de forêt primaire font un timide retour. C'est à partir de cette période que la diversité et la richesse spécifique explosent et se démarquent de celles des jachères plus jeunes. La progression régressive aboutissant à une pseudo-steppe (*kilanjy*, dominée par *Sporobolus subulatus*, Poaceae) semble être plus liée au labour du sol et à l'IUA qu'au nombre de cycles culture-jachère. En effet, les *kilanjy* s'observent sur des jachères anciennement cultivées de façon quasi-continue et labourées.

Les dynamiques de la végétation des jachères forestières d'Ambendrana s'intègrent dans les successions végétales post-culturelles observées dans les zones tropicales humides. En effet, les mêmes stades herbacé, arbustif et arboré ont été constatés à Andasibe Perinet (Rasolofoharinoro *et al.* 1997), à Beforona (Pfund, 2000), au Nigéria (Awetto, 1981), en Guyane (SARRAILH, 1991), au Togo (Guelly, 1993) et en Amazonie (Toledo & Salick, 2006).

6. CONCLUSIONS

Les pratiques culturales sont les principaux facteurs qui conditionnent la vitesse de régénération de la végétation des jachères. Le caractère restreint de la zone d'étude (un terroir d'environ 6 km² de surface) n'a pas permis de faire varier l'altitude, tandis que la position topographique dominante est le mi-versant.

Une gestion durable des espaces contenant les jachères en lisière du corridor Ranomafana-Andringitra-Ivohibe devrait trouver un compromis entre, d'une part, une faible exploitation des terres (semis direct ou zéro labour, faible nombre de récoltes, IUA < 0,5 et longue période de jachère, t >10 ans), d'autre part, la nécessité de produire des denrées alimentaires en quantité suffisante.

Il serait pertinent de poursuivre l'évaluation de l'importance des usages non agricoles de ces jachères déjà initiée par Carrière *et al.* (2005) et d'estimer leur utilité réelle (diversité des usages et fréquences et/ou quantités prélevées correspondantes), par opposition à l'utilité potentielle (diversité des usages seulement).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Awetto, A.O., 1981.** Secondary succession and soil fertility restoration in South-Western Nigeria, I- Succession. *Journal of Ecology*, 69: 601-607.
- Carrière, S., andrianotahiananahary, H., Ranaivoarivelo, N. & Randriamalala, R., J., 2005.** Savoirs et usages des plantes dans les recrus post-agricoles du Betsileo : valorisation d'une biodiversité oubliée à Madagascar. *VertigO*, 6(1): 1-14.

- Carrière, S.M., Andre, M., Letourmy, P., Olivier, P. & Mckey, D.B., 2002a.** Seed rain under isolated trees in a slash and burn agricultural system in southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 353-374.
- Carrière, S.M., Letourmy, P. & Mckey, D.B., 2002b.** Effects of isolated trees in fallows on diversity and structure of forest regrowth in a slash and burning agricultural system in Southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 375-396.
- Daget, Ph. & Godron, M., 1982.** Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Masson, *collection d'écologie*, Paris, 164 p.
- De Rouw, A., 1991.** The invasion of *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson (ex. *Eupatorium odoratum*), and competition with the native flora, in a rain forest zone, South-west Côte d'Ivoire. *Journal of Biogeography*, 18: 13-15.
- Frontier, S. & Pichod Viale, D., 1998.** Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution. Dunod, Paris.
- Gounot, M., 1969.** - *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Masson, Paris.
- Guelly, K. A., 1993.** Les jachères de savane sur le plateau Akposso au Sud-Ouest du Togo, pp.367-375, in FLORET C. et SERPANTIE G. (eds.) « *Les jachères en Afrique de l'Ouest* », ORSTOM, Montpellier, 493 p.
- Humbert, M., 1927.** La destruction d'une flore insulaire par le feu. Principaux aspects de la végétation à Madagascar. Mémoire de l'Académie malgache Fasc.V(XLI), Antananarivo.
- Legendre, L. & Legendre, P., 1984.** Ecologie numérique. 2^{ème} édition, Masson, Paris, Vol. 2, 335p.
- Mitja, D. & Hladik, A., 1989.** Aspects de la reconstitution de la végétation dans deux jachères en zone forestière africaine humide (Makokou, Gabon). *Acta Oecologica*, 10(1): 75-94.
- Mitja, D. & Puig, H., 1993.** Essartage, culture itinérante et reconstitution de la végétation en savane humide de Côte d'Ivoire (Booro – Borotou – Touba). Pp. 376-392, in : C. Floret & G. Serpantié (Eds). *Les jachères en Afrique de l'Ouest*. ORSTOM, Montpellier.
- Pfund, J.L., 2000.** Culture sur brûlis et gestion des ressources naturelles, évolution et perspectives de trois terroirs ruraux du versant est de Madagascar. Ecole polytechnique fédérale de Zurich, Département Sciences forestières et Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Laboratoire de gestion des écosystèmes, 323p..

- Randriamalala, R. J., Andrianotahiananahary, H. ,& Carrière, S., 2005.** Influence des pratiques agricoles sur l'évolution des jachères (*savoka*) et sur la diversité des usages des plantes inféodées à ces espaces (Ambendrana, lisière du corridor Ranomafana-Andringitra-Ivohibe), communication orale au Forum de la recherche « recherche performante : secteur prioritaire et moteur de développement », du 1^{er} au 4 mars 2005 à Toamasina, Madagascar, 20 p.
- Rasolofoharinoro, Bellan, M. & Blasco, F., 1997.** - La reconstitution végétale après agriculture itinérante à Andasibe-Périnet (Madagascar). *Ecologie*, 28(2):149-165.
- Razafimamonjy, D., 1987.** Contribution à l'étude de la dynamique du savoka dans la région de Ranomafana-Ifanadiana. DEA Sciences Biologiques Appliquées, option Ecologie Végétale. Université d'Antananarivo.
- Razanadravao, M. J., 1997.** Etude phytoécologique des savoka dans la réserve de biosphère de Mananara-Nord. Mémoire de DEA, Université d'Antananarivo.
- Sarrailh, J. M., 1991.**L'évolution du milieu après déforestation : bilan de 14 années de recherche en Guyane française. *Bois et Forêts des Tropiques*, 227: 31-35.
- Serpantie, G., 2003.** Persistance de la culture temporaire dans les savanes cotonnières d'Afrique de l'Ouest : étude de cas au Burkina Faso. Thèse de doctorat, INA-PG, Paris.
- Toledo, M. & Salick, J., 2006.** Secondary succession and indigenous management in semi-deciduous forest fallows of the Amazon basin, *Biotropica* 38(2): 161-170 2006.

ANNEXE 1 : Tableau floristique servant à l'AFC

Familles	Genres et espèces	Autorités	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	
	<i>Hypoestes</i> sp.											1		1	1	1				1												
	<i>Hypoestes</i> sp. 1														1																	
Acanthaceae	<i>Justicia</i> sp.																						1			1						
Adiantaceae	<i>Pteris</i> aff. <i>Pseudolonchitis</i>	Bory (Baker) H. Perrier															1															
Anacardiaceae	<i>Rhus taratana</i>				1					1																						
Aphloiaceae	<i>Aphloia</i> sp.																1											1				
Apocynaceae	<i>Carissa edulis</i>	(Forrsk.) Vahl.			1				1			1																				
Aquifoliaceae	<i>Ilex mitis</i>	(L.) Radlk.						1							1		1	1				1	1				1	1				
	<i>Polyscias repanda</i>	(DC.) Baker																						1				1				
Araliaceae	<i>Schefflera longipedicellata</i>	(Lec.) Bern																											1			
Arecaceae	<i>Dypsis</i> sp.																															
	<i>Ageratum conyzoides</i>	L.		1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1		1	1			1	
	<i>Bidens pilosa</i>	L.	1	1					1																			1			1	
	<i>Emilia citrina</i>	A. DC.													1									1	1	1	1					
	<i>Erigeron naudinii</i>	(Bonnet) Humbert		1			1		1	1			1	1										1			1	1			1	
	<i>Helichrysum cordifolium</i>	A. DC.					1	1			1	1	1	1												1				1		
	<i>Helichrysum faradifani</i>	Scott Elliot																									1					
	<i>Helichrysum attenuatum</i>	Humbert									1	1	1													1		1				
	<i>Lactuca indica</i>	L.		1				1	1																							
	<i>Psiadia altissima</i>	(DC.) Drake			1			1			1	1	1	1	1	1				1		1			1	1	1	1	1	1	1	
	<i>Psiadia salviaefolia</i>	A. DC.	1				1			1	1	1			1									1	1			1				
	<i>Vernonia appendiculata</i>	Less.																1														
	<i>Vernonia exserta</i>	Baker																													1	
	<i>Vernonia lastellei</i>	Drake																					1									
	<i>Vernonia moquinoïdes</i>	Baker	1						1				1							1												
Asteraceae	<i>Vernonia secundifolia</i>	Boj.											1							1					1							
Balsaminaceae	<i>Impatiens lyallii</i>	Baker															1															
Blechnaceae	<i>Blechnum microbasis</i>	(Baker) C. Chr.																				1										
	<i>Gymnosporia senegalensis</i>	cf. (Lam.) Loes.																				1	1									
Celastraceae	<i>Polycardia libera</i>	O. Hoffm.													1																	
Clusiaceae	<i>Harungana madagascariensis</i>	Choisy	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1			1	1	1		1			

Familles	Genres et espèces	Autorités	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
	<i>Psorospermum fanerana</i>	Baker						1	1	1	1		1											1	1			1	1	1	
Commelinaceae	<i>Commelina madagascariensis</i>	C.B.Clarke						1	1	1	1	1			1	1			1	1	1	1	1		1	1	1		1	1	1
	<i>Commelina sp.</i>																1											1			
Cucurbitaceae	<i>Raphidiocystis brachypoda</i>	Baker			1																										
Cunoniaceae	<i>Weinmannia bojeriana</i>	Tul.			1									1							1						1	1	1		
	<i>Weinmannia decora</i>	Tul.			1								1												1						
	<i>Weinmannia rutenbergii</i>	Engl.	1		1								1			1				1					1	1					
Cyperaceae	<i>Cyper sp.</i>																						1					1			
	<i>Scleria baronii</i>	C.B.Clarke						1																							
	<i>Scleria sp.</i>																				1		1								
	<i>Scleria sp.</i>		1	1	1				1	1			1	1		1	1		1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	
Davalliaceae	<i>Arthropteris monocarpa</i>	(Cordem.) C. Chr.)															1														
	<i>Nephrolepis tuberosa</i>	Presl.																	1									1			
Ericaceae	<i>Philippia floribunda</i>	Benth.								1														1		1	1				
Erythroxylaceae	<i>Erythroxyllum firmum</i>	Baker																						1					1		
	<i>Erythroxyllum pervillei</i>	Baker																1		1			1								
Euphorbiaceae	<i>Macaranga alnifolia</i>	Baker							1													1						1	1		
Fabaceae	<i>Abrus precatorius</i>	L.																											1		
	<i>Albizia gummifera</i>	(J.F. Gmel.) C.A.Sm.								1								1				1						1	1		
	<i>Desmodium barbatum</i>	(L.) Benth.in Miq.										1	1	1																	
	<i>Desmodium frutescens</i>	Schindler		1																											
	<i>Desmodium incanum</i>	A. DC.													1									1	1					1	
	<i>Rhynchosia sp.</i>										1		1	1												1					
Flacourtiaceae	<i>Aphloia theiformis</i>	(Vahl) Benn.etR.Br.			1				1				1			1			1	1		1	1					1			
Icaciniaceae	<i>Cassinopsis madagascariensis</i>	Baillon																	1					1					1		
Liliaceae	<i>Dianella ensifolia</i>	L.	1					1	1							1	1			1		1	1	1	1	1	1		1		
	<i>Smilax kraussiana</i>	Meisn.			1			1	1		1					1	1		1	1		1	1	1	1	1		1	1		
Loganiaceae	<i>Anthocleista madagascariensis</i>	Baker							1																						
	<i>Nuxia capitata</i>	Baker	1						1											1											
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum sp.</i>																											1			

Familles	Genres et espèces	Autorités	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	L.		1											1																	
Melastomataceae	<i>Dichaetanthera cordifolia</i>	Baker	1						1																			1				
	<i>Tristema virusanum</i>	Commerson ex. Juss.				1					1			1										1		1						
Monimiaceae	<i>Tambourissa perrieri</i>	Drake					1	1		1																			1			
	<i>Tambourissa purpurea</i>	(Tul.) A.DC.									1	1										1			1			1				
	<i>Tambourissa thouvenotii</i>	Danguy															1					1										
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>						1	1		1																						
	<i>Ficus trichophlebia</i>	Baker																			1											
	<i>Pachytrophe dimepate</i>	Bureau			1										1				1		1	1						1	1			
Myrcinaceae	<i>Embelia sp.</i>														1																	
	<i>Maesa lanceolata</i>	Forssk.			1		1	1	1	1	1					1	1				1	1	1		1			1				
	<i>Myrica phyllireaefolia</i>	Baker																														
Myrtaceae	<i>Eugenia emirnensis</i>	Baker					1	1																								
	<i>Psidium cattleianum</i>	Sabine			1		1		1	1					1				1			1	1		1			1	1			
	<i>Syzygium emirnense</i>	(Baker) Labat & G E Schatz			1																							1	1			
Iridaceae	<i>Crinum firmifolium</i>																		1													
nd*	nd*			1																												
nd*	nd*			1																												
Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum nudicaule</i>	L. f.																						1								
Orchidaceae	<i>Aerangis citrata</i>	(Thouars) Schltr.																										1				
	<i>Cynorkis sp.</i>																												1			
	<i>Gastrorchis sp.</i>				1							1																				
	<i>Passiflora incarnata</i>	L.							1						1	1																
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dodecandra</i>	L'Heritier							1																							
Piperaceae	<i>Piper sp.</i>																				1											
Poaceae	<i>Anadinella cylindrica</i>								1																							
Poaceae	<i>Eulalia villosa</i>	(Thunb.) NEES									1																					
	<i>Imperata cylindrica</i>	(L.) Raeush.	1	1							1													1								
	<i>Panicum brevifolium</i>	L.																								1	1		1			
	<i>Panicum maximum</i>	Jacq.									1	1					1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		
	<i>Paspalum commersonii</i>	Lam.													1																	
Poaceae	<i>Rhynchelytrum repens</i>	(Willd.) C.E. Hubbard																					1					1				

Familles	Genres et espèces	Autorités	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
	<i>Sporobolus subulatus</i>	Hack.			1										1								1			1	1				
	<i>Stenotaphrum oostachyum</i>	Baker										1																			
	<i>Adiantum sp.</i>										1	1																1			
		(Forrsk.) Prantl.														1	1					1									
Pteridaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	(L.) Kuhn	1		1		1			1	1					1							1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ranunculaceae	<i>Clematis mauritiana</i>	Lam.			1																	1						1			
	<i>Rubus mollicanus</i>		1					1			1																				
Rosacea	<i>Rubus rosaefolus</i>	Sm.			1							1					1	1			1	1			1	1	1		1		
	<i>Antherospermum emirnense</i>	Baker									1																				
	<i>Canthium variistipula</i>	Arenes ex Cavaco																	1										1		
	<i>Danais cernua</i>	Baker														1															
	<i>Danais fragrans</i>	(Comm.ex Lam.) Pers.																			1	1	1								
	<i>Danais rhamnifolia</i>	Baker			1											1												1			
	<i>Gaertnera macrostipula</i>	Baker						1	1																				1		
	<i>Mussaenda vestita</i>	Baker																										1			
	<i>nd*</i>																						1								
	<i>Oldenlandea herbacea</i>	(L.) Rox																						1							
	<i>Pauridiantha pauciner subsp. lyalli</i>	Brem.																											1		
	<i>Psychotria homolleae</i>	Brem. Speenoa																				1									
	<i>Psychotria sp.</i>				1																										
	<i>Psychotria subcapitata</i>	Bremekamp.																1		1		1						1	1		
	<i>Saldinia axillaris</i>	(Lam. Ex Poir.) Bremek.																			1										
	<i>Schismatoclada psychotroides</i>	Baker						1	1													1			1			1	1		
Rubiaceae																															
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	Baker (Bouy) Ste	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Schizeaceae	<i>Sticherus flagellaris</i>	John																										1			
Scrophulariaceae	<i>Halleria ligustrifolia</i>	Baker			1		1	1			1				1				1	1			1			1		1	1	1	
	<i>Radamaea montana</i>	Benth																			1										

Familles	Genres et espèces	Autorités	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
Scrophulariaceae	<i>Torenia stolonifera</i>	Bojer.ex. Benth.																					1								
	<i>Physalis peruviana</i>	L.					1																								
Solanaceae	<i>solanum auriculatum</i>	Aiton					1	1				1				1	1			1											
Taccaceae	<i>Tacca leontopetaloides</i>	(L.) Kuntze			1																										
Ulmaceae	<i>Trema orientalis</i>	(L.) Blume					1	1	1				1	1								1	1								1
Urticaceae	<i>Pilea longifolia</i>	Baker																				1									
Vaccinaceae	<i>Vaccinium secundiflorum</i>	Hook.																											1		
Verbenaceae	<i>Clerodendrum putre</i>	Shau.						1									1	1													

ESSAI D'AMENAGEMENT AGRO-PASTORAL DE LA ZONE RIVERAINE OUEST DU SITE DU PATRIMOINE MONDIAL DES TSINGY DE BEMARAHA

Clairemont RANDRIANARIVELO, Charlotte RAJERARISON, Edmond ROGER
BP 906 . Département de Biologie et écologie Végétales Faculté des Sciences. Université d'Antananarivo

RESUME

A Madagascar, les pâturages couvrent plus de 350.000km², soit environ 55% de la surface totale de la grande Ile (Rasambainarivo, 1997) et la majorité se trouve dans la partie occidentale. De même, ces pâturages naturels sont souvent les seules sources d'aliments pour les ruminants. L'élevage bovin est une pratique courante à Madagascar et fournit à l'homme une quantité inestimable de biens et de services vitaux tels que l'alimentation, les fertilisants, les forces des tractions, L'élevage extensif et/ou semi-extensif est le mode d'élevage de la région occidentale ; le feu est utilisé pour renouveler le pâturage ; ce dernier favorise des dégâts sur l'environnement. Actuellement, en plus des dégradations du milieu, l'éleveur est confronté à plusieurs problèmes dont les plus importants sont les réductions des surfaces pâturables du fait de l'extension des cultures, de la pression anthropique et des maladies des bovins. Un aménagement agropastoral de la zone a été établi pour pouvoir minimiser les dégradations causées par le feu, pour changer le mode d'élevage en améliorant l'alimentation des zébus durant la saison sèche, et pour minimiser les conflits entre les agriculteurs et les éleveurs.

Mots clés : Madagascar, Tsingy de Bemaraha, Patrimoine mondial, Savane, aménagement agro-pastoral, Pastoralisme, élevage extensif et/ou semi-extensif, agriculture.

1. INTRODUCTION

La partie occidentale de Madagascar est recouverte de mosaïques de forêt dense sèche et d'immenses superficies de savane. Cette savane a une valeur économique très importante et joue un grand rôle dans l'agriculture et l'élevage. L'élevage bovin est de type extensif et/ou semi-extensif. Le moyen le moins coûteux pour renouveler les pâturages naturels est la mise à feu de la couverture herbeuse. Ce feu, généralement, allumé de façon illégale, n'est pas contrôlé entraînant les dégradations jusqu'aux forêts avoisinantes. En outre, le développement de l'agriculture et la recrudescence des vols de bœufs ont eu un effet synergique provoquant la modification des pratiques d'élevage. Des aménagements agropastoraux devraient être envisagés pour une meilleure gestion du feu.

Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude se situe dans la partie occidentale de Madagascar, Région du Melaky, district d'Antsalova, entre 44°27' à 44°49' de longitude Est et 18°37' à 19°11' de latitude Sud. L'altitude varie d'une dizaine de mètres sur le bord occidental à 189 mètres du côté de la forêt du Tsingy de Bemaraha (Patrimoine mondial) :

➤ *Milieu abiotique*

La région d'Antsalova fait partie du bassin sédimentaire de Morondava (Besairie, 1972), avec 3 types de sol :

- sols ferrugineux tropicaux dans la partie médiane de la zone ;
- sols arénacés, à l'Est de la bande littorale ;
- sols alluvionnaires le long des rivières.

De nombreux cours d'eau ont été rencontrés dont les plus importants sont : Sahoany, Beboka, Miharana, Manambolo.

Le climat est caractérisé par un climat tropical sec avec une alternance de 2 saisons :

- une saison sèche du début d'avril à mi-novembre ;
- une saison pluvieuse, de mi-novembre à mi-Avril ;

La précipitation moyenne annuelle est de l'ordre de 1039,6mm avec une température moyenne de 25,7°C. Le bioclimat régional est de type subhumide chaud (Morat, 1973) de l'étage sec (Cornet, 1974)

➤ *Milieu biotique*

La région d'Antsalova fait partie de la zone écofloristique occidentale de basse altitude (0 - 800m) selon Rajeriarison et Faramalala (1999).

La végétation climacique est constituée par des forêts denses sèches caducifoliées tropophiles, entrecoupées de savanes. Elle appartient à la série à *Dalbergia*, *Commiphora*, *Hildegardia* selon Humbert (1955).

La population est dominée par l'ethnie sakalava (autochtone). La densité humaine de la région d'Antsalova est très faible avec 4 habitants au km². L'élevage de zébus est le plus pratiqué mais actuellement la population se penche de plus en plus sur les activités agricoles.

2. MATERIELS ET METHODES

Plusieurs méthodes ont été utilisées:

❖ **Collecte de données cartographiques et photographiques de la région** permettant d'établir une maquette de végétation au cours des différentes périodes. La confection de la carte a été faite à l'aide d'un Système d'Information Géographique.

❖ **Relevé phytoécologique** : Deux (2) types de relevés ont été réalisés :

- Relevé de surface ou inventaire floristique au cours duquel la méthode des placeaux a été utilisée ;
- Relevé linéaire sert à évaluer le recouvrement des diverses espèces en utilisant la méthode des Points-quadrats.

❖ **Méthode d'étude de la végétation.** La végétation est étudiée en tenant compte de la structure verticale et la structure horizontale. La structure horizontale a été déterminée selon la méthode de surface croissante (ou carrés emboîtés).

❖ **Des enquêtes socio-économico-culturelles** ont été effectuées:

- soit individuelles pour les grands éleveurs ;
- soit en groupes pour les agriculteurs et/ou les gardiens des troupeaux.

❖ **Etude de la valeur pastorale**

La valeur pastorale combine la composition floristique de la végétation herbacée (contribution spécifique), l'appétibilité, la productivité et la valeur alimentaire de chaque espèce. La contribution spécifique de chaque espèce est obtenue par l'analyse de la végétation selon la méthode des points quadrats alignés décrites entre autres par Daget et Poissonet (1971), et adaptée par Poissonet et César (1972), Baudet (1978) et Rippstein (1985).

Toutes les espèces sont relevées, mais seules les plus fréquentes ont été ciblées (une vingtaine pour la savane) ; les autres sont regroupées en trois classes: "graminées diverses", "légumineuses diverses", et "plantes diverses".

- La *méthode des points quadrats* s'effectue sur une végétation herbacée. Les observations sont réalisées en début de saison sèche sur une végétation rabattue par les dents des animaux.

- L'*appétibilité* (ou appétence) a été déterminée par observation directe sur la base des mesures des refus au pâturage. L'espèce est classée selon le niveau d'appréciation des bovins.

- La *biomasse des parties aériennes (kg ms/ha)* a été réalisée par fauchage de végétation dans les placeaux homogènes et représentatifs du couvert herbacé préalablement mis en défens. Selon le recouvrement des espèces dans le placeau, une superficie de 1m² a été fauchée et pesée et la mesure se fait 5 à 6 fois.

- L'*indice de valeur Pastorale (IVP)* détermine la qualité fourragère de chaque espèce. Il a été défini à partir d'un certain nombre d'observations : la vitesse de croissance, la valeur nutritive, l'appétibilité, la saveur, la digestibilité. Cet indice permet de comparer les pâturages à l'intérieur d'une même région naturelle.

Selon Daget et Poissonet (1971), l'indice de qualité spécifique des espèces en pays tropicaux est classé par catégories (graminée, légumineuse et autres) et leur valeur varie de 0 à 5.

- La valeur pastorale (V.P) des formations herbacées a été obtenue en multipliant les contributions des diverses espèces (CS) par l'indice de valeur Pastorale (IVP) correspondants et le recouvrement (R) dont la formule est :

$$V.P.(%)= (0,25 \sum CS_i \times IVP_i) \times R$$

❖ ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE

Elle consiste à représenter la dispersion des objets dans un graphique multivariable. L'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC) et l'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) permettent de distinguer et/ou de répartir les espèces et les facteurs écologiques correspondants et en même temps de connaître la tendance des diverses espèces végétales. L'utilisation de l'AFC et l'AFD nécessite un traitement informatique avec le logiciel approprié STAT.I.T.C.F.

❖ SCHEMA D'AMENAGEMENT

Le schéma d'aménagement proposé est un indicatif figuré sur une carte en précisant les actions à mener dans un espace bien déterminé.

Il tient compte :

- des caractéristiques des différents groupements végétaux dans le territoire considéré;
- des potentialités agrostologiques et de la capacité de charge du parcours.
- des différents facteurs comme l'eau, la protection des berges, etc

Un zonage de la région considérée doit être effectué en se basant sur :

- la zone à conserver : c'est une zone strictement interdite à l'agriculture et au pâturage. Toute mise à feu est interdite. Ce sont les cas des îlots forestiers, des galeries forestières et des forêts. Le Pseudo steppe à *Aristida rufescens* rentre aussi dans cette catégorie car la conservation de ce groupement contribue à la protection du sol contre les effets érosifs.
- la zone de culture et/ou probable de culture
- la zone pâturable et/ou pâturée :

Ainsi, toutes les pratiques en matière de gestion de parcours doivent être focalisées dans la zone dite pâturée

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Classification des savanes

Selon la hauteur et le recouvrement des ligneux contenus dans la formation savanicole, plusieurs types de savanes ont été distingués. Pour cette étude, la classification suivante (Tableau 1) a été adoptée :

Tableau 1: Nomination d'une formation savanicole

Hauteur des individus ligneux	Recouvrement des espèces ligneuses	Nominations
Supérieure à 8 mètres	20 - 70 %	Savane boisée
> 8 m	10 à 20 %	Savane arborée
Inférieure à 8 mètres	10 à 70 %	Savane arbustive
< 8 m	00 à 10 %	Savane herbeuse

Deux cent huit (208) espèces, réparties en 164 genres et groupées en 59 familles ont été recensées (tableau 2). Les Poaceae et les Fabaceae sont les familles les plus représentées.

Tableau 2 : Répartition taxonomique de la flore savanicole

Groupes	Familles	Genres	Espèces
Gymnospermes	46	112	128
Angiospermes	10	49	77
Algues	3	3	3
Total	59	164	208

Le spectre brut de Raunkiaer montre une prédominance des Phanérophytes (27,09%) et les affinités biogéographiques montrent la dominance des espèces pantropicales et des espèces endémiques (40,81% et 30,61%).

Pour les espèces fourragères, 52 espèces ont été recensées dans la région du Bemaraha (Annexe) dont

- 36 espèces graminéennes ;
- 10 espèces de Fabaceae ;
- 8 espèces réparties en 5 familles.

3.2- Les groupes écologiques

Selon Duvigneaud (1946) et Hook (1971), ils comprennent un ensemble d'espèces réunies par une similitude d'appétence sous certaines conditions de milieu. Ils ont été déterminés à partir des analyses multidimensionnelles (AFC et AFD) en tenant compte des facteurs du milieu et des caractères floristiques. Onze groupements végétaux ont été identifiés :

- G1 : groupement à *Heteropogon contortus* ;
- G2 : groupement à *Hyparrhenia rufa* ;
- G3 : groupement à *Aristida rufescens* ;
- G4 : groupement à *Bothriochloa glabra* ;
- G5 : groupement à *Oryza longistaminata* ;
- G7 : groupement à *Sporobolus elatior*.
- G6 : groupement à *Imperata cylindrica* ;
- G8 : groupement à *Cynodon dactylon* ;
- G9 : groupement mixte à *Heteropogon contortus* et *Hyparrhenia rufa*;
- G10 : groupement mixte à *Heteropogon contortus* et *Themeda quadrivalvis*;
- G11 : groupement mixte à *Heteropogon contortus* et *Aristida rufescens*.

Ces groupements végétaux sont définis par les observations sur terrain et vérifiés par les analyses multidimensionnelles. De même, l'évolution des groupements végétaux précités peut être présentée sur la figure 1.

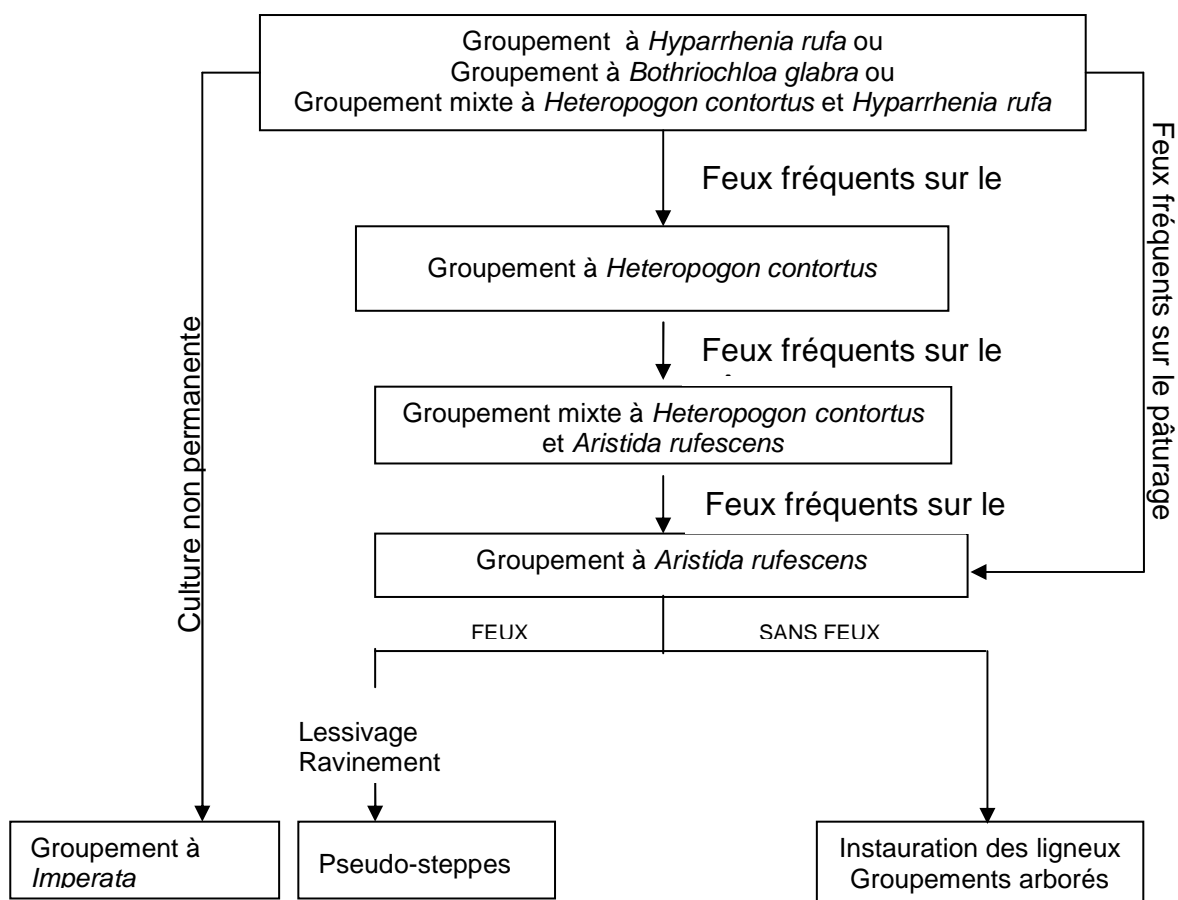


Figure 1 : Schéma hypothétique de l'évolution des groupements végétaux

3.3 - LA VALEUR PASTORALE DES GROUPEMENTS VEGETAUX

Cinq (5) catégories de pâturages ont pu être identifiées dans la région en tenant compte de la composition floristique. Leur valeur pastorale a été estimée et les résultats figurent sur le tableau 3

Tableau 3 : la valeur pastorale des groupements végétaux

Qualité	Excellente	Bonne	Assez bonne	Moyenne	Médiocre
Groupements végétaux correspondants	<i>Hyparrhenia rufa</i> , (88,68%) <i>Heteropogon contortus</i> . (88%) <i>Heteropogon contortus</i> et <i>Hyparrhenia rufa</i> (87,06%)	<i>Bothriochloa glabra</i> (61,35%) <i>Heteropogon contortus</i> et <i>Themeda quadrivalvis</i> ; (77,56%)	<i>Cynodon dactylon</i> (47,44%) <i>Imperata cylindrica</i> (37,02%) <i>Oryza longistamina</i> <i>ta</i> (36,48%)	<i>Heteropogon contortus</i> et <i>Aristida rufescens</i> (29,38%) <i>Sporobolus elatior</i> (21,58%)	<i>Aristida rufescens</i> (12,86%)

Le tableau 4 récapitule les principales caractéristiques de ces groupements végétaux.

Tableau 4: Description des groupements végétaux

Groupements	<i>Bothriochloa glabra</i>	<i>Heteropogon contortus</i>	<i>Hyparrhenia rufa</i>	<i>Aristida rufescens</i>	<i>Sporobolus elatior.</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
Localité	Betsatsango – Ankilimottra	Presque dans toute la zone d'étude	Partie Est de la zone d'étude	Partie médiane Bemena à Antsalova	Bordure du lac Tsikohony be (Masama) Antsoale	Sud Ouest de la zone d'étude Masama
Caractéristiques stationnelles						
Relief	Bas fond humide Bas versant humide Dépression fermée peu humide	Pénéplaine et versant	Bas fond sec Bas versant et dépression ouverte	Sommet pente forte, bien drainé	Bordure du lac Zone temporairement inondée	Station humide, bien drainée (bas fond, marais, près du ruisseau)
Sol (texture)	Limoneuse	Très varié (argilo-sableux, sablo-argileux, sableux)	Argileux	Sableux ; sol dégradé, érodé à fort lessivage	Argilo-sableux	Argileux
PH	Ph faiblement acide (6,15)	Ph neutre (6,70)	Ph neutre (6,06)	Ph neutre	Ph fortement acide (5,17)	Ph moyennement acide (5,77)
Caractéristiques physiologiques						
Hauteur	120 – 160cm	60 – 120cm	100 – 300cm	50 – 200cm	130 – 250cm	20 – 50cm
Type de savane	Savane herbeuse, Savane arbustive	Savane herbeuse, Savane arbustive	Savane herbeuse	Savane herbeuse, Savane arbustive, Pseudo-steppe	Savane arbustive	Prairie
Composition floristique	11 sp, 11g, 5 F	16sp, 15g, 11 F	11sp, 11g, 5 F	13sp, 11g, 7 F	8sp, 8g, 6F	12sp,12g, 7F
Affinité biogéographique (dominance)	Pantropicale	Endémique	Pantropicale	Endémique	Pantropicale	Pantropicale

Groupements	<i>Imperata cylindrica</i>	<i>Oryza longistaminata</i>	<i>H.contortus</i> et <i>H.rufa</i>	<i>H.contortus</i> et <i>Themeda quadrivalvis</i>	<i>H.contortus</i> et <i>A. rufescens</i>
Localité	Andolobe Ambahibe	Maroaboaly Arindrano- Behobotsy	Androtsy –Ankilifolo Nord du lac Kakobo Mafiovy Korao	Près de la rivière Beboka, Miharana Tsinjorano, Antsariolo	Bemena Ankazolaivolo Antsohihy
Caractéristiques stationnelles					
Relief	Mi-versant, pénéplaine Bas versant	Marais, station humide au bord et marigots	Bas fond peu humide et/ou bas versant à pente faible peu humide	Alluvionnaire	Plateaux Versant à forte pente de la colline
Sol (texture)	Argileux	Hydromorphe, argileux	Limono- argileux	Limoneux	Sablo- argileux
PH	Ph faiblement acide (6,19)	Ph moyennement acide (5,90%)	Ph moyennement acide (6,05)	Ph moyennement acide (6,5)	Ph moyennement acide
Caractéristiques Physionomiques					
Hauteur	60 –130cm	70 – 120cm	00 – 250cm	100 –150cm	60 –120cm
Type de savane	Savane herbeuse	Savane herbeuse	Savane herbeuse, Savane arbustive	Savane arbustive	Savane arbustive
Composition floristique	13sp, 13g, 7F	10sp, 10g, 9F	13sp, 13g, 7F	9sp, 9g, 5F	11sp, 9g, 5F
Affinité biogéographique (Dominance)	Pantropicale (53,85%)	Pantropicale (50%)	Pantropicale (50%)	Pantropicale (45,46%)	Endémique (45,46%)

Avec sp : espèce ; g : genre ; F : famille

Concernant la capacité de charge de chaque groupement végétal, elle est représentée sur le tableau 5 :

Tableau 5 : Capacité de charge de chaque groupement végétal

Groupements végétaux	Capacité de charge
Groupement à <i>Botriochloa glabra</i>	1 bœuf par Hectare
Groupement à <i>Heteropogon contortus</i>	1 bœuf tous les 2 Ha
Groupement à <i>Hyparrhenia rufa</i>	3 bœufs pour 2 Ha
Groupement à <i>Aristida rufescens</i>	1 bœuf pour 8 Ha
Groupement à <i>Sporobolus elatior</i>	1 bœuf tous les 2 Ha
Groupement à <i>Cynodon dactylon</i>	1 bœuf tous les 2 Ha
Groupement à <i>Imperata cylindrica</i>	1 bœuf tous les 3 Ha
Groupement à <i>Oryza longistaminata</i>	1 bœuf tous les 3 Ha
Groupement mixte à <i>Heteropogon contortus</i> et <i>Hyparrhenia rufa</i>	1 bœuf par hectare
Groupement mixte à <i>Heteropogon contortus</i> et <i>Themeda quadrivalvis</i>	1 bœuf tous les 2 Ha
Groupement mixte à <i>Heteropogon contortus</i> et <i>Aristida rufescens</i>	1 bœuf tous les 4 Ha

Dans ce tableau, le groupement à *Hyparrhenia rufa* peut supporter 3 têtes de bœufs tous les 2 Ha contre 1 seule tête de bœuf tous les 8 Ha pour le groupement à *Aristida rufescens*

3.4 – Aménagement agro-pastoral

3.4 -1 Principes

L'aménagement agropastoral va de paire avec une méthode de gestion basée sur la délimitation des parcours et la maîtrise de feu avec l'installation des pare-feux, la rotation des zébus dans ce pacage, la gestion des points d'eau et l'enrichissement des espèces fourragères

- *La délimitation des parcours* dans la région de Bemaraha se fait de façon empirique, sans réglementation bien déterminée. (Carte1)
- *La gestion du feu*

En respectant la législation forestière en vigueur et en intégrant les dimensions environnementales, la gestion du feu devrait se dérouler sur une période de 3 ans d'une façon rotative (figure 2) :

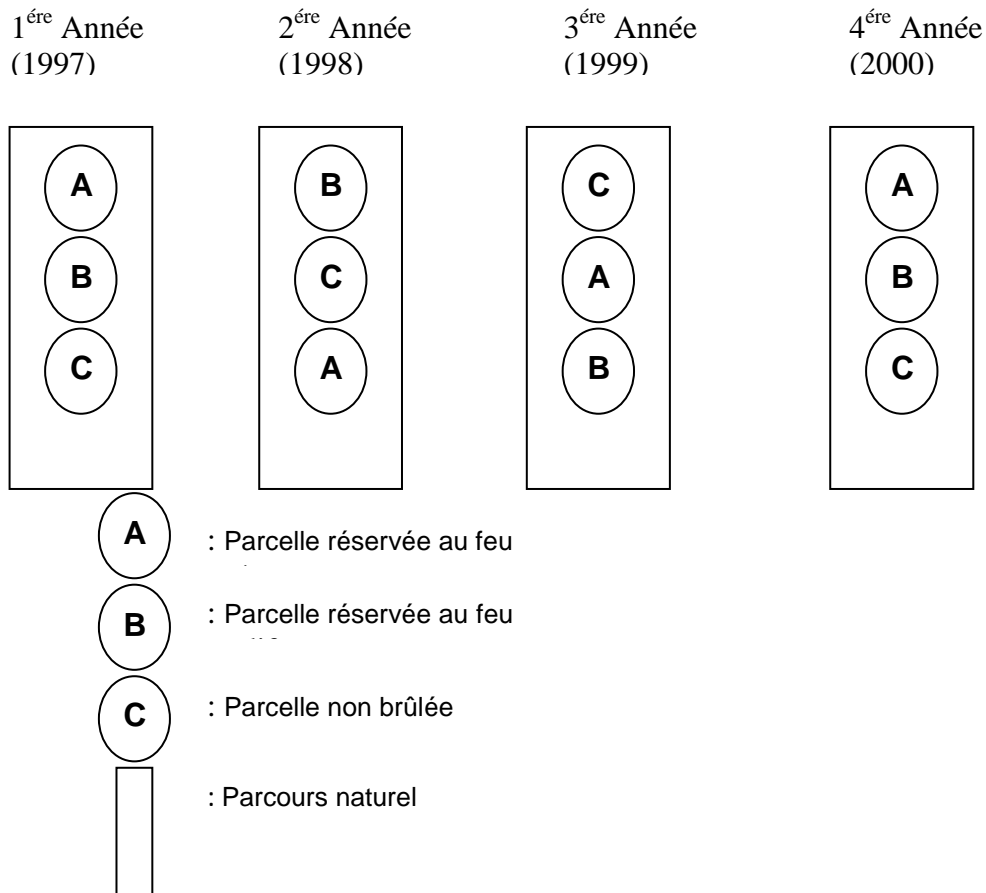


Figure 2 : Rotation des feux dans un parcours

Chaque parcours a été subdivisé en trois parcelles A, B et C.

Le feu contrôlé exige l'application de pare-feux de 20m de large selon la législation forestière et l'ordonnance n° 60 – 127.

➤ *La rotation de parcours*

Sur les trois parcelles, le gardiennage de bétail se déroule de la manière suivante:

Parcelle A : le bétail est gardé pendant la première partie de la saison de pluies

Parcelle B : le bétail est déplacé un peu en avant la phase de montaison. Il reste sur place jusqu'à la lignification de l'herbe (début de la saison sèche) ;

Parcelle C : le bétail est gardé dans la parcelle non pâturée en saison de pluie. Pendant la saison sèche, il revient pâturer sur les parcelles A et B en profitant des regains

L'utilisation des parcelles est en harmonie avec la rotation du pâturage. La rotation des feux s'avère importante pour réduire les dégradations du milieu et pour équilibrer l'alimentation du bétail.

➤ *La gestion des points d'eau* : elle doit tenir compte de la distance entre deux (2) points d'eau, leur débit (satisfaisant ou très faible) et leur existence dans le parcours. Plusieurs types de points d'abreuvement ont été considérés si on tient compte de la disponibilité en eau pendant toute l'année : Ce sont les points d'eau permanente avec un fort débit, les points d'eau permanente à quantité d'eau insuffisante pour le bétail et les points d'eau saisonnière.

L'aménagement agropastoral est établi au niveau de chaque parcours. Comme c'est au niveau de chaque Commune rurale qu'on trouve toutes les informations sur les lois (dina : Article 49 à 53 de la Loi 96 - 025), bokin'omby ou livret de recensement des bovidés, surveillance des kizo, haradia), les règles locales (dina) peuvent être soumises entre 2 ou 3 Communes situées côte à côte. C'est pourquoi les divisions administratives existantes (Antsalova, Trangahy, Bekopaka) ont été choisies comme la base d'un schéma de parcours naturels.

Le tableau 6 montre le tableau récapitulatif des caractères généraux de chaque parcours.

Tableau 6 : Récapitulatif des caractères généraux de chaque parcours

	ANTSALOVA	TRANGAHY	BEKOPAKA
- Nombre de parcours	21	8	12
La plus grande superficie	Ambahibe	Fenoarivo/Bara - Ambohimanga	Ankilimahasoa - Antsarivolo
La plus petite superficie	Berano	<i>Bejea- Tsiambakaina</i>	Ankinajao
<u>Capacité de charge de parcours</u>			
- zone sous pâturée	Andranolava – Ambonara	Antsalaza -Antokazo	Ankinajao, Bekopaka
- zone équilibrée	Berano - Bevitiky	Bejea - Soatana	Bemena
- zone surpâturée	Andolobe, Masama, Andimaky, Maroaboaly	Trangahy- Bejangoa	Sorita

Pour conclure dans le cas de la commune d'Antsalova, par exemple selon la capacité de charge, le parcours est subdivisé en trois zones:

- zone sous pâturée : Andranolava, Ambonara ;
- zone équilibrée : Berano, Bevitiky ;

- zone surpâturée : Andolobe, Masama, Andimaky, Maroaboaly

La carte d'aménagement agropastoral d'Antsalova se présente comme suit (carte 1).

4. CONCLUSION

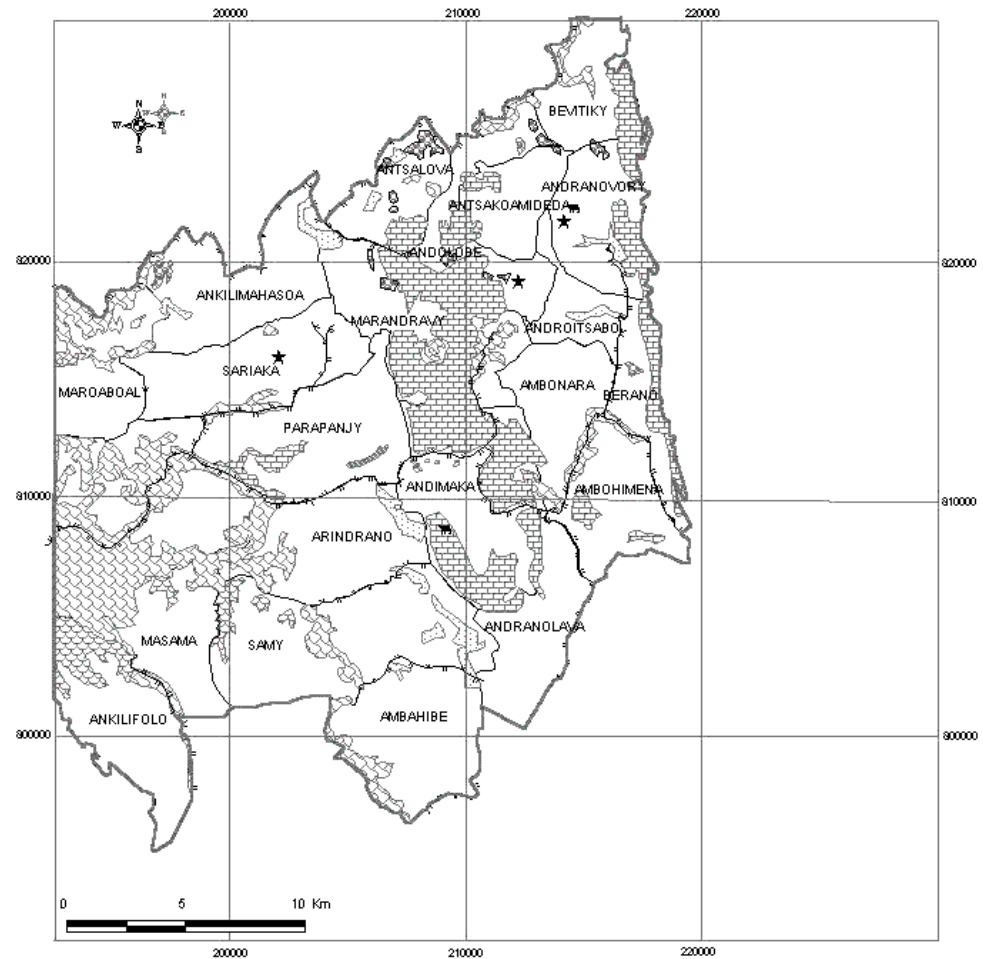
Sous un climat tropical sec qui règne dans la région et en présence de sols ferrugineux tropicaux, la végétation est marquée par la prédominance des formations herbeuses graminéennes. La flore est composée de 208 espèces dont 58 espèces fourragères

La vaste étendue de savanes riches en espèces fourragères montre la vocation pastorale de la zone sans oublier la valeur culturelle des zébus pour la population de la région.

Dans la vie des paysans malgaches, le cheptel bovin est un signe extérieur de richesse et de prestige.

Or, les savanes subissent des pressions d'origines diverses. La sévérité des conditions édapho-climatiques pourraient contribuer à la dégradation qualitative de la formation, à laquelle viennent s'ajouter la pratique traditionnelle de l'élevage, la pratique des feux non contrôlés, l'absence des rotations des feux et des pâturages. De ce qui précède, la qualité des pâturages peut être médiocre ou excellente.

Carte 1 : CARTE D'AMENAGEMENT AGRO-PASTORAL DE CHAQUE PARCOURS DANS LA COMMUNE D'ANTSALOVA



(Source : Cartes topographiques n° F46-F47-G46- G47
Photo-aériennes 1991 : IGN/FTM- 113/400
IEFN, 1996)

Légendes

- | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| — Limite des parcours | | Zone à vocation élevage | | Point d'eau |
| — Limite de la zone d'Antsalova | □ Zone pâturable et/ou réellement pâturable | ▨ Zone non pâturée | ▣ Point d'eau permanente (lac) | — Point d'eau permanente (rivière) |
| Zone à conserver | Zone à vocation culturale | | ⊙ Point d'eau permanente mais insuffisante | ★ Point d'eau saisonnière |
| ▣ Zone à vocation forestière | ▣ Zone de culture actuelle | | | |
| ▣ Savane à <i>Aristida rufescens</i> | ▣ Zone probable de culture | | | |

Pour maintenir l'excellence des groupements concernés, la bonne gestion des pâturages s'impose. Pour ce faire, l'aménageur doit tenir compte des paramètres suivants : délimitation des parcours, rotation des feux avec installation de pare feux, rotation de parcours, gestion des points d'eau et enrichissement des espèces fourragères.

L'aménagement agro-pastoral suscite la zonage de la région considérée. Pour le cas d'Antsalova, trois zones ont été délimitées : la zone à conserver, la zone de culture et/ou probable de culture et la zone pâturable et/ou pâturée. Ainsi, toutes les pratiques en matière de gestion de parcours doivent être focalisées dans la zone dite pâturée.

Ces travaux représentent un modèle applicable dans tous les parcours naturels de Madagascar qui mériteraient une revalorisation dans le cadre de la conservation et du développement durable mais rapide

Il s'avère nécessaire de renforcer davantage la gestion durable de ces ressources naturelles en conciliant préservation et exploitation rationnelle. Ceci répond parfaitement à la politique gouvernementale de la lutte contre la pauvreté.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baudet, G., 1978.**– Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Ed. Ministère de la Coopération. I.E.M.V.T. 245p.
- Besairie, H., 1972.** - Géologie de Madagascar, les terrains sédimentaires. Annales géologiques de Madagascar. Fasc.XXXXV. Tananarive. 463p
- Cornet, A., 1974.** – Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar. Notice explicative. Ed.ORSTOM, 28p + annexes
- Daget, P. et Poissonet, J., 1971.** - Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. Annales Agronomiques, 22 (1) pp 5-41.
- Daget, P., et Godron, M., 1995.** Pastoralisme. Troupeaux, espaces et sociétés. HATIER-AUPELF/UREF : 510p.
- Humbert, H. et Cours-Darne,G., 1965.** - Carte Internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. 3 coupures du 1/1.000.000 de Madagascar. Notice de la carte, Travaux Sec. Sc. Tech. Inst. Fr. Pondichery. Hors Série, n° 6, 162p.
- Morat, P., 1973.**- Les savanes de l'Ouest de Madagascar. Mémoires ORSTOM, n°68, 235p.
- Poissonet, J., Cesar, J., 1972.** – structure spécifique de la strate herbacée dans la savane à palmier ronier de Lamto (Cote- d'Ivoire). Ann. Univ. Abidjan, Série E (Ecologie), tome V, fasc. 1, pp 577-601.

Rajeriarison, C., et Faramalala, M.H., 1999. – Nomenclature des formations végétales de Madagascar. ANGAP, Antananarivo, 42 p +Annexes.

Rasambainarivo, J.H.,1997. –les pratiques agro-pastorales et la conservation des sols à Madagascar Revue. Bibliographique, 16p.

ANNEXES

LES ESPECES FOURRAGERES

Les espèces fourragères recensées se divisent en 3 groupes :

LA FAMILLE DES GRAMINAE

De nombreux genres ont une qualité fourragère ; au total, 36 espèces graminéennes ont été recensées dans notre zone d'étude.

- *Aristida rufescens*
- *Aristida barbicollis*
- *Aristida congesta*
- *Brachiara nana*
- *Bothriochloa glabra*
- *Chrysopogon serrulatus*
- *Cynodon dactylon*
- *Chloris barbata*
- *Digitaria biformis*
- *Dactyloctenium aegyptium*
- *Echinochloa colonum*
- *Eleusine indica*
- *Eragrostis ciliaris*
- *Eragrostis tenella*
- *Heteropogon contortus*
- *Hyparrhenia rufa*
- *Hyparrhenia hirta*
- *Imperata cylindrical*
- *Neuraudia madagascariensis*
- *Oryza sativa*
- *Oryza longistaminata*
- *Panicum maximum*
- *Panicum brevifolium*
- *Panicum pseudovoeltzkowii*
- *Panicum subalbidum*
- *Pennisetum polystachyon*
- *Paspalum commersonii*
- *Paspalum polystachyum*
- *Phragmites mauritianus*
- *Rottboellia exaltata*
- *Schyzachyrium brevicarinatum*
- *Sorghum brevicarinatum*
- *Sporobolus elatior*
- *Sporobolus pyramidalis*
- *Themeda quadrivalvis*
- *Urochloa mosambisensis*

LA FAMILLE DES FABACEAE

De nombreux genres dans la famille des Fabaceae ont des qualités fourragères ; 10 espèces ont été inventoriées.

- *Atylosia scarabeoides*
- *Sesbania madagascariensis*
- *Albizia lebbeck*
- *Mimosa pudica*
- *Alysicarpus vaginalis var vaginalis*
- *Cassia mimoso ides*
- *Desmodium spp*
- *Mucuna pruriens var pruriens*
- *Stylosanthes bojeri*
- *Vigna reticulata*

LES AUTRES FAMILLES

Parmi les familles d termin es, cinq autres familles sont class es selon leurs qualités fourragères ; 08 espèces ont été inventoriées dans notre zone d'étude.

- CYPERACEAE : *Cyperus aequalis* , *Cyperus alternifolius* ; *Cyperus articulatus* ; *Fuirena umbellata* ;
- MALVACEAE : *Urena lobata var sinuata*
- RHAMNACEAE : *Ziziphus jujuba*
- RUBIACEAE: *Paederia foetida*
- TACCACEAE: *Tacca pinnatifida*

ETAT DE LA POPULATION DE *Aloe laeta* var *laeta* Berger et *Aloe trachyticola* (H. Perrier) Reynolds (ASPHODELACEAE) ET CARACTERISTIQUES ECOLOGIQUES DE LEURS HABITATS DANS LE MASSIF DE L'IBITY (ANTSIRABE)

Sehen Lalandy RAZAFY, Bakolimalala.RAKOUTH, Charlotte RAJERIARISON,
B.P. 906, Département de Biologie et écologie Végétales. Faculté des Sciences. Université
d'Antananarivo.

RESUME

Par leurs formes de croissance, leurs caractères insolites attrayants ainsi que leurs propriétés médicinales, les espèces d'*Aloe* intéressent les amateurs aussi bien que l'industrie pharmaceutique; mais les prélèvements constituent une menace pour les populations d'*Aloe*. Pour le cas du Massif de l'Ibity, ces espèces sont menacées d'extinction à cause de nombreuses pressions d'origine anthropique qui pèsent sur elles, d'autant plus qu'elles vivent dans des endroits très vulnérables « sur les Inselbergs ». Par ailleurs, ce sont des espèces à distribution restreinte. Elles méritent donc une conservation rapide et une gestion durable pour assurer leur pérennité.

Mots clés : Madagascar, Antsirabe, Ibity, Inselbergs, *Aloe*, population, pressions, conservation, gestion durable

1. INTRODUCTION

Les *Aloe* font partie des plantes succulentes très appréciées des horticulteurs du fait de leur forme de croissance et de leurs caractères insolites attrayants. Par ailleurs, en tant que plantes ornementales et médicinales, beaucoup d'espèces d'*Aloe* malgaches sont utilisées et commercialisées aussi bien au niveau national qu'international. Les *Aloe* de Madagascar devraient faire l'objet d'une étude approfondie car de nos jours, malgré les récentes découvertes de nouvelles espèces d'*Aloe* à Madagascar (Lavranos, 2003), très peu de chercheurs malgaches s'intéressent encore aux *Aloe* qui, pourtant, présentent beaucoup d'intérêts : scientifiques, médicaux, cosmétiques, sociaux, commerciaux et même nutritionnels.

Dans cette optique, la présente étude sur deux espèces d'*Aloe* : *Aloe laeta* var *laeta* et *Aloe trachyticola* a été entreprise afin d'obtenir des données fiables et pertinentes concernant leur état actuel.

2. MILIEU D'ETUDE

Les études ont été faites sur le mont Ibity dans la région de Vakinakaratra, localisée entre Antsirabe et Ambositra. Ce mont est proposé comme un nouveau site de conservation par MBG par sa richesse et son importance botanique (20 espèces de plantes uniques au massif et 2 familles

endémiques à Madagascar : Asteropeiaceae et Sarcolaenaceae ; Birkinshaw et al, 2004).

3. MATERIELS ET METHODES

3.1. MATERIELS

Judd et al., en 1999 ont inclus le genre *Aloe* dans la famille des Asphodelaceae. Leurs feuilles sont succulentes souvent épineuses ou bordées de dents.

► ***Aloe laeta var laeta***

C'est une plante plutôt petite, solitaire, à courte tige avec environ 24 feuilles en rosettes denses et compactes. L'inflorescence est en général simple, parfois avec une ramification, longue de 40 à 60cm.

► ***Aloe trachyticola***

C'est une plante solitaire, composée de 6 à 10 feuilles distiques quand elles sont jeunes jusqu'à 14 feuilles disposées en spirales ou presque en rosettes chez les adultes. L'inflorescence est simple quelquefois ramifiée, longue de 65 à 90 cm.

3.2. METHODES D'ETUDE

3.2.1. Etude démographique

Elle permet de traiter la structure actuelle de la population, son évolution dans le temps ainsi que les facteurs qui en sont responsables.

3.2.2. Etude des préférences écologiques des espèces

La méthode de profil écologique a été adoptée afin de hiérarchiser les facteurs corrélés avec la répartition des espèces dans leur habitat. Les facteurs écologiques considérés pour cette étude sont : le degré de fréquentation de la zone d'étude par la population locale, l'altitude, la position topographique, l'exposition, l'insolation, le type de formation végétale et la texture du sol. Le profil de fréquence relative est estimé par la formule de Daget (1982).

$$FR = U(K) / R(K) \times 100$$

U(K): Nombre de relevés de la classe K où l'espèce est présente

R(K) : Nombre de relevés effectués dans la classe K

La détermination de l'efficacité des descripteurs sur la répartition d'une espèce a recours à l'application de la notion de l'entropie-facteur et de l'information mutuelle à l'étude des profils écologiques.

L'entropie-facteur est obtenue à partir de la formule de Daget (1982) suivante :

$$H(L) = \sum R(K) / N(R) \log_2 N(R) / R(K)$$

H(L) : Entropie relative liée à un facteur

R(K) : Nombre de relevés effectués dans la classe K

N(R): Nombre total de relevé

Et l'information mutuelle est donnée par la formule de Daget (1982):

$$I(L, E) = \sum U(K) / N(R) \log_2 U(K) / R(K) \times N(R) / V(E) + \sum V(K) / N(R) \log_2 V(K) / R(K) \times N(R) / V(E)$$

Avec I(L, E) : Information mutuelle espèce- descripteur

U(K) : Nombre de relevés de la classe K où l'espèce est présente

U(E) : Nombre total de relevés où l'espèce est présente

V(K) : Nombre de relevés de la classe K où l'espèce est absente

V(E) : Nombre total de relevés où l'espèce est absente

N(R): Nombre total de relevé

3.2.3. Etude de la distribution des espèces

Elle est faite à partir des coordonnées géographiques de chaque espèce sur la base de données Tropicos et sur les spécimens d'herbier intégrées sur un logiciel SIG : Map Info. Cette étude permet d'obtenir la zone d'occurrence, la zone d'occupation, le nombre de sous-population.

3.2.4. Evaluation des menaces

Dans cette partie, les principales menaces qui pèsent sur chaque espèce seront déterminées.

3.2.5. Evaluation des risques d'extinction

La zone d'occurrence, la zone d'occupation, l'abondance numérique, la prédiction du futur déclin et la réduction de l'effectif sont les critères pris en compte pour évaluer les risques d'extinction de chaque espèce.

4. RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1. Etude démographique

Les résultats de l'étude démographique montrent que la population de *Aloe laeta var laeta* est une population jeune car les individus adultes ne représentent que 36% de la population. Sa densité est faible avec seulement 860 individus à l'hectare. Sa fréquence est très faible, elle est estimée à 25%. Pour *Aloe trachyticola*, c'est une population très jeune car il y a prédominance quasi-totale de jeunes individus avec 83,62% de la population. Sa densité est plutôt élevée avec 1710 individus à l'hectare et c'est l'espèce la plus fréquemment rencontrée dans l'ensemble du site d'étude avec 55% de fréquence.

Les deux espèces ont un taux de mortalité relativement faible : 6,97% pour *Aloe laeta*, nul chez *Aloe trachyticola*. Ce qui signifie que les deux espèces résistent assez bien au passage du feu grâce à la succulence des feuilles et à la présence de bourgeon protégé au milieu de la rosette des feuilles, de plus, elles se développent sur des rochers qui constituent pour ces espèces une

protection naturelle contre toutes menaces. Ainsi, la mortalité ne constitue pas le facteur prépondérant de déclin de leur population, dans leurs habitats. Les deux espèces ont également un taux de croissance relativement faible respectivement de 1,26% et de 1,3%. Toutefois, selon Tremblay et Hutchings (2002), leurs populations sont en augmentation. A ce rythme, elles pourraient doubler leur effectif dans 2 ans s'il n'y a aucune perturbation de leur habitat. Les taux de régénération naturelle sont relativement bons pour les deux espèces : 177% pour *Aloe laeta* et 510% pour *Aloe trachyticola*. Ils sont liés au nombre relativement élevé des individus de régénération.

4.2. Préférences écologiques des espèces

- *Aloe laeta* est très sensible au type de formation végétale. La texture du sol, l'insolation et l'exposition sont également efficaces pour son développement. Le degré de fréquentation de la zone d'étude par la population locale, l'altitude ainsi que la position topographique agissent peu sur l'espèce.

- Pour *Aloe trachyticola*, l'exposition est le facteur le plus efficace dans sa distribution. Mais la présence de l'espèce dans son habitat varie également en fonction du type de végétation, de l'intensité lumineuse et de la texture du sol. La position topographique, le degré de fréquentation et l'altitude ont un très faible impact sur la distribution de l'espèce dans son habitat.

4.3. Distribution géographique

Deux espèces se rencontrent dans le domaine du centre de Humbert (1955) elles ont des aires de répartition très restreintes. *Aloe laeta* est uniquement localisée sur le mont Ibity ; *Aloe trachyticola* se rencontre dans les montagnes quartzitiques entre Ivato et la Mania (vers 1400m d'altitude) dans le Nord de la province de Fianarantsoa, sur le Mont Ibity et sur trachytes au sommet de Famoizankova (vers 2200m d'altitude) au Nord d'Antsirabe.

Les deux espèces ont un nombre de sous population très faible respectivement de 1 et de 3 dans tout Madagascar dont aucune n'est incluse dans les aires protégées. La zone d'occurrence est de 0,00912 Km² pour *Aloe laeta* et de 0,27678 Km² pour *Aloe trachyticola*

4.4. Menaces

En général, la majorité des menaces qui pèsent sur ces espèces sont d'origine anthropique. En plus des feux de brousse et des feux pour le renouvellement des pâturages, la collecte illicite et la commercialisation aussi bien au niveau national qu'international constituent les principales menaces de ces espèces dans leurs habitats naturels.

4.5. Risques d'extinction

Le critère d'abondance est très important dans l'évaluation des risques d'extinction.

Le tableau 1 donne les informations relatives à l'abondance de chaque espèce dans la zone étudiée.

Tableau 1 : Abondance numérique

Espèces	Nombre de sous population étudiée	Aire (S) occupée par l'espèce dans le site d'étude (ha)	Densité spécifique (ind/ha)	Abondance
<i>Aloe laeta</i> var <i>laeta</i>	1/1	0,817	310	253
<i>Aloe trachyticola</i>	1/3	6.88	280	1926

Les deux espèces étudiées sont classées dans la catégorie d'abondance [250-2500].

Les deux espèces ont en effet une abondance comprise entre 250 à 2500 individus matures. La faible abondance des espèces à l'intérieur des sous-populations reflète la faible surface occupée par les espèces plutôt que d'une faible densité. C'est le cas en particulier d'*Aloe laeta* var *laeta* qui est confinée sur des grands rochers situés en altitude (1800 m).

Les résultats obtenus montrent, en effet, que les deux espèces ont une aire d'occurrence de moins de 5000Km² et une zone d'occupation inférieure à 500Km². Le nombre des individus matures est compris entre 250 à 2500 et aucune des deux espèces n'est présente dans une aire protégée donc leur risque de déclin futur est de 100%.

La confrontation de ces informations avec les critères de l'UICN a montré que *Aloe laeta* var *laeta* et *Aloe trachyticola* sont estimées « En danger » soit « EN B1ab(iii,iv)+2ab(iii,iv);C1 » pour *Aloe laeta* var *laeta* et « B1ab(iii,v)+2ab(iii,v) ;C2a(i) » pour *Aloe trachyticola*.

5. CONCLUSION

Jusqu'à maintenant, rares sont les espèces du genre *Aloe* ayant fait l'objet d'étude biologique. Les travaux antérieurs sur les *Aloes* de Madagascar ne portent que sur la description et l'usage médicinal de ces espèces. Notre étude concerne en effet la biologie et l'écologie des deux espèces d'*Aloe* : *Aloe laeta* var *laeta* Berger et *Aloe trachyticola* (H.Perrier) Reynolds dans le massif de l'Ibity.

Les résultats montrent que les deux espèces sont des espèces à distribution très restreintes et qu'elles sont constamment menacées par une grande variété d'activités humaines. Ces espèces méritent donc d'être protégées pour empêcher leur disparition.

REMERCIEMENTS

Ce travail n'a pu être réalisé sans l'aide de nombreuses personnes et institutions, entre autres :

- La société SOAFIAVY qui nous a soutenu matériellement et financièrement,
- Le Département de Biologie et Ecologie Végétales qui a beaucoup contribué à la rédaction et à la finalisation de cette publication,
- La commune rurale d'Ibity Antsirabe pour son accueil chaleureux et ses aides lors des travaux de terrain,
- tous ceux qui ont de près ou de loin apporté leur aides.

En témoignage de notre profonde reconnaissance, nous tenons à leur adresser nos remerciements les plus sincères.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Barbault, B., 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Masson. Paris. 172p

Birkinshaw, C.R., Andriamihajarivo, T.H., Rakotoarinivo, C.R., Randrianaina, L., Randrianarivelo, C., Rasamimanana, V.N., Rasolondraibe, B., Andriamandranto, R., Razafindrasoa, R., Seing, S.T., Juin 2004. Stratégie de la conservation pour le massif d'Ibity. MBG Antananarivo

Daget, P., Godron, 1982. Analyses fréquentielles de l'écologie des espèces dans la communauté. Masson, Paris. Pp 21-53.

Dajoz, R., 1974. Dynamique des populations. Masson et Cie Paris VI , 361p.

Humbert, H., 1955. Les territoires phytogéographiques de Madagascar, leur cartographie. Colloque sur les divisions écologiques du Monde. CNRS, Paris. Pp 191-204.

Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F., 1999. Plants systematics; a phylogenetic approach. U.S.A. 464p.

Lavranos, J., Mc Coy, T., November_ December 2003. Two new species of *Aloe* from Madagascar. From Cactus and succulent Journal, Vol. 75, No 6. USA.

Rauh, W.,1995. Succulents and xerophytic plants of Madagascar, Vol. I, Strawberry Press, Mill Valley, California. 343p.

Sehen, L. R. 2006. Etat de la population et caractéristiques écologiques des habitats de *Aloe laeta var laeta* Berger et de *Aloe trachyticola* (H.Perrier) Reynolds (Asphodelaceae) dans le massif de l'Ibity. Mémoire de DEA, option Ecologie végétale. Département de Biologie et

Ecologie Végétales. Faculté des Sciences. Université d'Antananarivo.
86p.

Tremblay, R.L. et Hutchings, M. J., 2002. Population dynamic in orchid conservation: a review of analytical methods based on the rare species *Lenpathes eltoensis*. In Dixon, K. W., Kells S.P. and Cribb P.J. (eds.) Orchids conservation. pp 163-1.

ETUDE ECOLOGIQUE DES FORMATIONS VEGETALES DU NORD-UEST DU CORRIDOR FORESTIER RANOMAFANA- ANDRINGITRA AFIN DE METTRE EN EVIDENCE LA TYPOLOGIE ET LA DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DE CES FORMATIONS

Lalaina N. RATSIMISETRA, Edmond ROGER, Stéphanie M. CARRIERE
BP 906. Département de Biologie et écologie Végétales. Faculté des Sciences.
Université d'Antananarivo.

RESUME

Dans la partie nord du « corridor » Ranomafana-Andringitra les formations végétales ont été identifiées pour établir une typologie et décrire leurs dynamiques spatiales et temporelles. La technique de cartographie a été utilisée dotée d'un outil SIG et de GPS pour obtenir des données géoréférentielles. De nombreux paramètres influencent la richesse, la composition et la structure de la végétation et plus particulièrement de la forêt. Ces paramètres déterminent également l'évolution de ces formations dans le temps et dans l'espace. D'autre part, la majorité des forêts naturelles étudiées sont riches spécifiquement mais les espèces ne sont pas réparties équitablement au sein de chaque formation. Enfin, les forêts naturelles apparaissent comme étant « primaires » sur les images satellitaires, mais sont souvent selon notre étude, des formations secondaires âgées, redevenues matures, ayant régénéré après perturbation pour devenir des recrûs, des jachères ou des abandons culturels.

Mots clés : végétation, forêts, recrûs, répartition, dynamique, typologie, perception, écologie historique, corridor Ranomafana-Andringitra, Fianarantsoa, Madagascar.

1. INTRODUCTION

L'étude et la conservation des forêts malgaches intéressent beaucoup d'écologistes et de conservationnistes de par leur taux d'endémisme mais aussi par les nombreuses menaces qui s'exercent sur elles. Avec un taux moyen situé entre 800 à 2000 km²/an, les régions des Hautes-Terres centrales et orientales sont les plus touchées du phénomène de déforestation (CI, 2002).

Dans la région de Fianarantsoa, on trouve un corridor forestier qui s'étend sur près de 261000 ha (PACT, 2003), reliant successivement les aires protégées de Ranomafana et de l'Andringitra à celle du Pic d'Ivohibe. Sur cette bande de forêt se concentrent des zones ouvertes et fragmentées, où coexistent des forêts primaires, des jeunes et vieux recrûs forestiers, attribués aux activités anthropiques. Des études antérieures évoquent le rôle de cette

hétérogénéité paysagère dans le maintien de la diversité végétale dans et autour de la lisière forestière betsileo (Randriamalala et al., 2005).

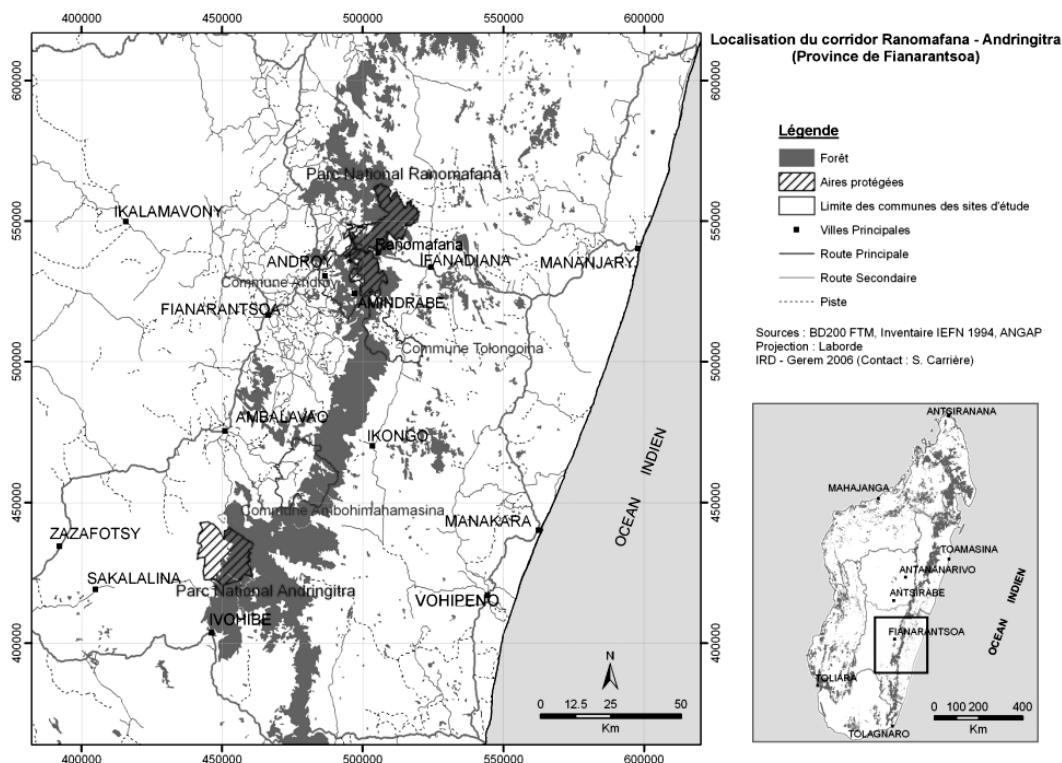
Le présent travail se propose d'identifier et de décrire les principaux types de formations végétales à travers des méthodes d'inventaires et d'étude de la composition et de la structure de la végétation le long d'un transect Est-Ouest, des paramètres physiques et anthropiques. L'étude de la diversité des formations végétales dans cette région du corridor devrait permettre un meilleur zonage de cette forêt pour les futures actions de conservation dans le cadre de la Vision Durban

2. MILIEU D'ETUDE

La zone d'étude se localise dans la région de la Haute-Matsiatra, au sein du corridor forestier de Fianarantsoa (carte 1). Elle est située à la frontière sud du Parc National de Ranomafana ($21^{\circ} 21' 19''$ S / $21^{\circ} 25' 13''$ S et $47^{\circ} 18' 34''$ E / $47^{\circ} 24' 59''$ E). La végétation se caractérise par des formations naturelles et modifiées ainsi que des recrus post-agricoles de tous âges sur le versant ouest du corridor. Les forêts primaires sont préservées sur le versant est mais ne sont plus considérées comme intactes (Goodman & Razafindratsita, 2001). La végétation climacique est une forêt dense ombrophile pluristratifiée de la série à *Weinmannia* (Cunoniaceae) et *Tambourissa* (Monimiaceae) du Domaine du Centre Est (Humbert & Cours Darne, 1965).

3. METHODES

Le transect de Duvigneaud Ouest/Est de la zone d'étude a été réalisé, afin de traverser le corridor de part en part. Les relevés ont été placés sur ce transect, suivant des gradients d'altitudes variant de 800m à 1400 m, et de conditions anthropiques et édaphiques différentes.



Carte 1 : Localisation du corridor forestier et de la zone d'étude

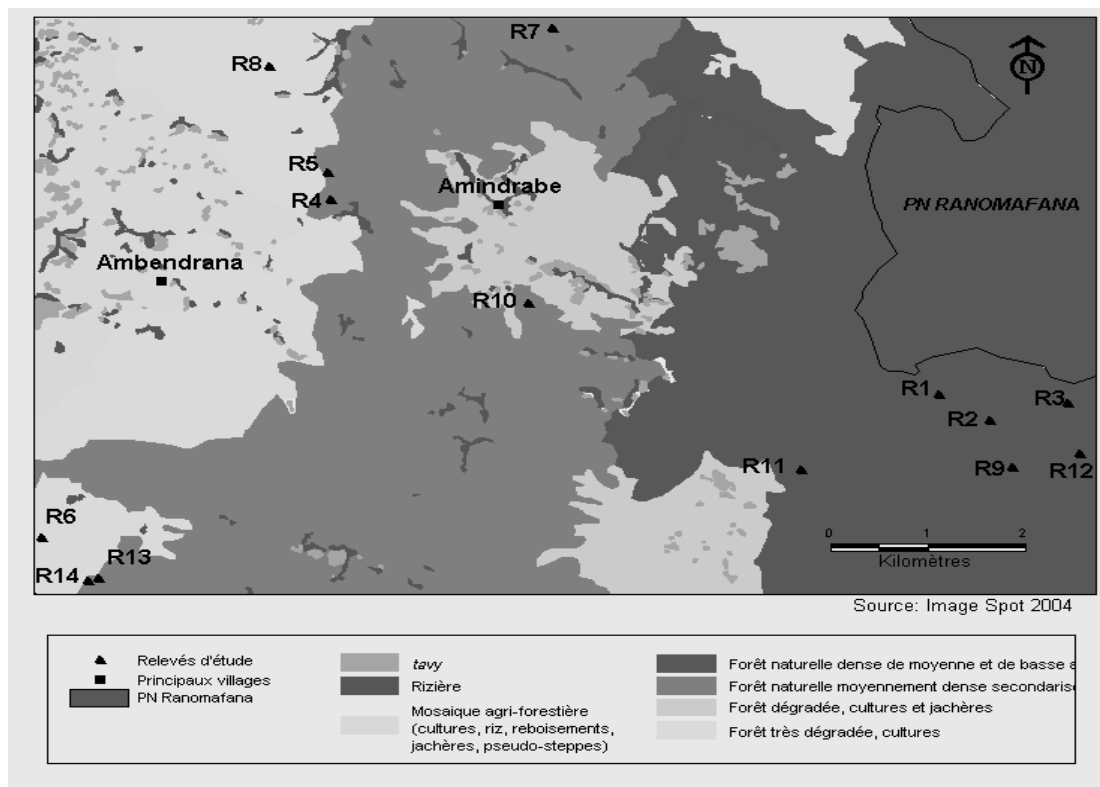
Des relevés phytosociologiques ont été effectués. Ils consistent à inventorier des surfaces homogènes représentatives de chaque type de forêts, après avoir déterminé les aires minimales correspondantes (Gounot, 1969).

L'étude a porté sur 14 relevés (carte 2) dont les caractéristiques sont reportées dans le tableau I. Les paramètres d'étude sont d'ordre stationnel, floristique et édaphique.

Ils ont permis de procéder à une classification hiérarchique de la végétation en intégrant le coefficient de Jaccard afin de comparer deux à deux les relevés floristiques homogènes et de voir s'ils sont similaires (Legendre & Legendre, 1984).

Les valeurs issues des variables biotiques de la végétation (richesse spécifique R_s , indice de régularité E , biovolume V , densité des ligneux D_s , hauteur maximale H_m) ont permis de regrouper les formations végétales étudiées dans des groupes.

Une analyse diachronique de la végétation a permis de mettre en évidence son évolution spatiale et temporelle.



Carte 2 : Emplacement des 14 relevés d'étude

Tableau 1: Caractéristiques et localisation des sites d'étude

Relevés	Types de forêts	Localités	Coordonnées géographiques	Altitude (m)	Exposition	Pente (°)	Topographie
R1	FORET PRIMAIRE	Tsiafody	S 21° 23' 923 E 47° 24' 063	1225	E	34	mi-versant
R2		Ampenihendrandriana	S 21° 24' 033 E 47° 24' 401	1013	SE	35	mi-versant
R3		Lavahazo	S 21° 23' 962 E 47° 24' 832	920	NE	18	mi-versant
R4	RECRUS POST-CULTURAUX	Ampanarivo	S 21° 22' 553 E 47° 20' 431	1240	S	23	bas-versant
R6		Ambohipanja	S 21° 25' 123 E 47° 19' 056	1405	NNE	25	mi-versant
R7	RECRU POST-EXTRACTION AURIFERE	Ambohimalaza	S 21° 21' 407 E 47° 21' 654	1200	ESE	15	bas-versant
R8	RECRU POST-FEU	Tsifafana	S 21° 21' 638 E 47° 20' 027	1224	SE	18	mi-versant
R5	FORETS ECREMEES	Ampandrambato	S 21° 22' 377 E 47° 20' 317	1266	NNW	10	crête
R9		Ampasimpotsy	S 21° 24' 407 E 47° 24' 523	973	E	34	mi-versant

R10		Amindrabe	S 21° 23' 259 E 47° 21' 514	1194	SW	33	mi-versant
R11	FORETS RIPICOLES	Ranomena	S 21° 24' 384 E 47° 23' 151	1042	SSW	10	bas-versant
R12		Ampasimpotsy	S 21° 24' 301 E 47° 24' 911	832	NE	10	bas-versant
R13	FOURRE	Ambohipanja	S 21° 24' 861 E 47° 18' 635	1303	NW	20	haut-versant
R14	VEGETATION SAXICOLE	Ambohipanja	S 21° 24' 861 E 47° 24' 635	1420	NNW	-	haut-versant

4. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Typologie

Les espèces inventoriées sont au nombre de 274, composées en majeure partie par des microphanérophytes (34 %), des Fougères (7 %) et des Orchidées épiphytes (9 %). Les espèces endémiques sont représentées dans la flore par un taux de 67 %. Les types de forêts et leurs caractéristiques sont représentés dans le tableau suivant (tableau 2).

Les indices de diversité E

Les différents paramètres ayant servi à la détermination des indices de diversité nous permettent de répartir les relevés en trois catégories :

- *Catégorie 1* : Les forêts à richesse spécifique élevée (103 à 105 espèces) et présentant une diversité optimale autour de 0,84.
- *Catégorie 2* : Les forêts à richesse spécifique élevée mais moins diversifiées avec E variant entre 0,51 et 0,66.
- *Catégorie 3* : Les forêts à richesse spécifique faible (6 à 31) et considérées comme moins diversifiées car E varie entre 0,30 et 0,45.

Tableau 2: Caractéristiques des relevés d'étude.

Relevé	Types de forêt	Type de sol	Taxons caractéristiques	Altitude (m)
R1	FORET PRIMAIRE	-	<i>Weinmannia bojeriana</i> et <i>Aphloia theaeformis</i>	1225
R2		Sol ferrallitique typique	<i>Dalbergia baronii</i> et <i>Mammea sessiflora</i>	1013
R3		-	<i>Dalbergia baronii</i> et <i>Vernonia exerta</i>	920
R4	RECRUS POST- CULTURAUX	Sol ferrallitique sur roche acide	<i>Polyscias ornifolia</i> et <i>Weinmannia bojeriana</i>	1240
R6		-	<i>Polyscias ornifolia</i> et <i>Vernonia moquinoides</i>	1405
R7	RECRU POST- EXTRACTION AURIFERE	-	<i>Polyscias ornifolia</i> et <i>Vaccinium secundifolia</i>	1200
R8	RECRU POST-	Sol ferrallitique	<i>Polyscias ornifolia</i> et	1224

	FEU	rajeuni	<i>Carissa madagascariensis</i>	
R5	FORETS ECREMEES	-	<i>Weinmannia rutenbergii</i> et <i>Pteridium aquilinum</i>	1266
R9		-	<i>Weinmannia rhodoxylon</i> et <i>Erythroxylum nitidulum</i>	973
R10		-	<i>Syzygium emirnense</i> et <i>Colliandra alternans</i>	1194
R11	FORETS RIPICOLES	Sol peu évolué d'apport alluvial	<i>Dalbergia baronii</i> et <i>Weinmannia bojeriana</i>	1042
R12		-	<i>Tambourissa perrieri</i> et <i>Erythroxylum nitidulum</i>	832
R13	FOURRE	Sol ferrallitique typique sur gneiss granitoïde	<i>Philippia floribunda</i> et <i>Polyscias ornifolia</i>	1303
R14	VEGETATION SAXICOLE	Lithosol	<i>Senecio decaryi</i> et <i>Kalanchoe pubescens</i>	1420

Structure verticale et horizontale

Le tableau 3 montre que la plupart des relevés étudiés sont de type arboré sauf R8 et R13 qui sont arbustifs et R14 herbacés.

Au niveau des forêts primaires, les voûtes forestières ne sont plus continues car ces forêts ne sont plus considérées comme entièrement intactes (Goodman et Razafindratsita, 2001). La strate arborée est plus basse (8 à 10 m) dans les forêts naturelles secondarisées situées sur le versant ouest du transect d'étude.

Par contre la strate arborée haute caractérise les forêts primaires du versant est, où la hauteur maximale peut atteindre 20 à 25 m. Cette différence est attribuée aux conditions biophysiques du milieu (altitude, sol et humidité) et ces hauteurs se rapprochent de celle établie par Goodman et Razafindratsita (2001) pour les forêts, Randriamalala (2005) et Andrianotahinanahary (2005) pour les jachères arborées.

En termes de diversité de la végétation, on constate que les richesses spécifiques des forêts naturelles secondarisées du versant ouest diminuent au fur et à mesure que l'altitude augmente. Le diamètre et la hauteur des arbres diminuent mais la densité relative des ligneux devient plus importante. A l'inverse, sur le versant est, les richesses spécifiques croissent au fur et à mesure que l'altitude diminue. Des mêmes résultats ont été observés dans la forêt primaire humide de la Malaisie par Jumaat (2001).

Les groupements végétaux issus de l'ACP

L'analyse des résultats fait apparaître trois groupes végétaux à partir des variables biotiques qui sont la richesse spécifique, l'indice de régularité, la densité ligneuse, le biovolume et la hauteur maximale :

- Groupe 1 : constitué de R4, R5, R6, R7, R10. Ce sont des forêts matures caractérisées par un faible biovolume et accessoirement une forte densité ;
- Groupe 2 : formé par R1, R2, R3, R4, R5, R6, R9, R11, R12. Ces relevés sont des forêts matures caractérisées par un fort biovolume ;
- Groupe 3 : représenté par un groupe à part avec R8 et R13. Ce groupe associe des jachères arbustives à faible richesse spécifique.

Tableau 3: Variation des paramètres structuraux en fonction de l'altitude

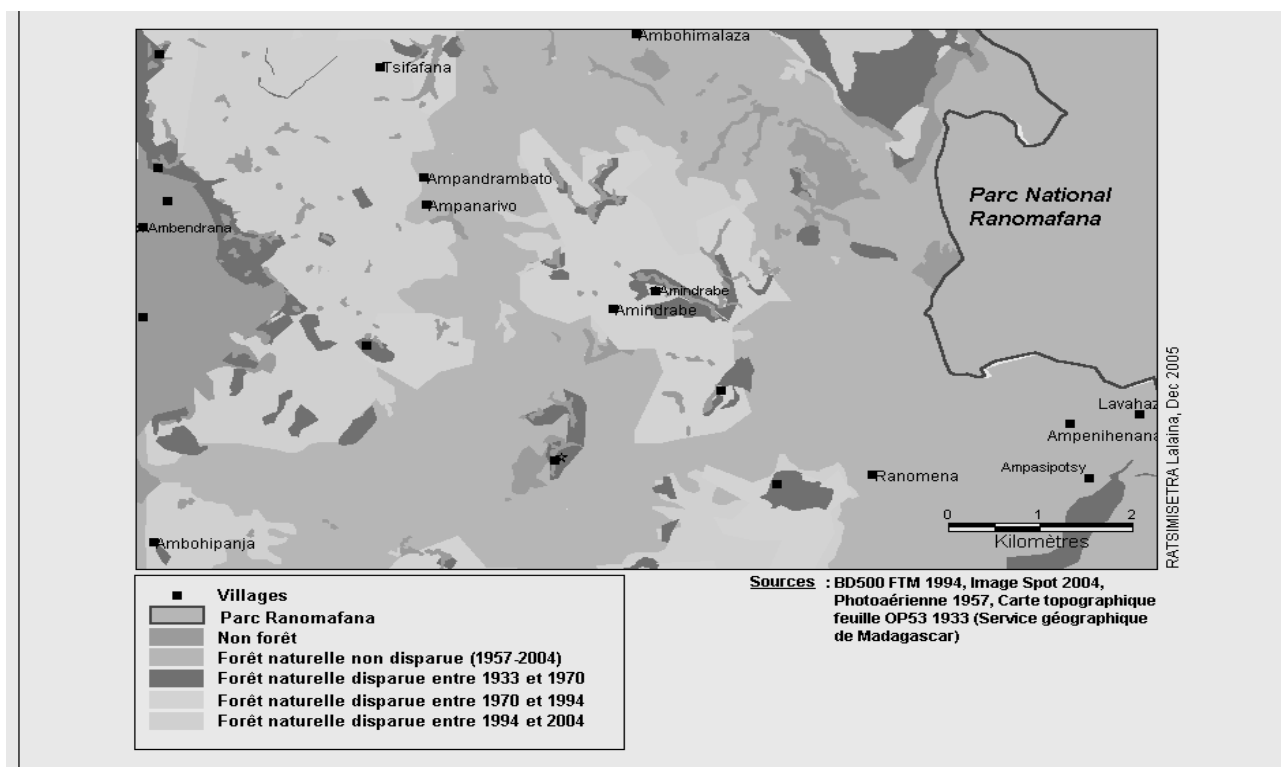
Relevé	Type de forêt	Altitude (m)	Richesse spécifique	Densité des ligneux (n/ha)	Dhp>10 cm	Hauteur maximale (m)
1	Primaire	1225	94	13580	140	15
2	Primaire	1013	105	15620	155	22
3	Primaire	920	88	11600	133	19
4	Naturel secondarisé	1240	88	20230	76	12
5	Naturel secondarisé	1266	82	49828	75	12
6	Naturel secondarisé	1405	82	24140	109	10
7	Naturel secondarisé	1200	72	13810	126	7
8	Secondaire	1224	31	1750	0	4
9	Naturel secondarisé	973	103	9140	142	16
10	Naturel secondarisé	1194	112	13470	109	12
11	Primaire	1042	110	8130	216	14
12	Primaire	832	92	8610	106	15
13	Secondaire	1303	6	9000	0	4
14	Saxicole	1420	9	0	0	0

La dynamique de la végétation

Les surfaces forestières qui couvraient la zone d'étude ont régressé durant les 50 dernières années. En 1954, la superficie de la forêt dense ombrophile est de 7554,62 ha. En 2004, il ne reste plus que 4430,63 ha, soit 58,64 % de cette surface. L'évolution du couvert forestier tend globalement vers une dégradation progressive de la végétation. Les facteurs de perturbation sont d'ordre anthropique issu du *tavy* et des feux de végétation. Mais il y a aussi des facteurs physiques résultant d'un fort ensoleillement, d'un faible apport en humidité et la présence de sols dégradés.

La carte 3 met en évidence les forêts naturelles disparues et celles restantes à trois périodes successives : 1933 à 1970, 1970 à 1994, 1994 à

2004. Cette carte montre que le sens de l'évolution s'éloigne progressivement des zones villageoises et se dirige en direction est du transect d'étude. Les forêts secondaires âgées sont bien représentées car elles témoignent une ancienne occupation par l'homme dans ces zones et surtout des capacités de régénération de ce corridor forestier. Dans cette dynamique, une esquisse hypothétique de la végétation a été dressée prenant en compte l'âge des recrus forestiers, du type de perturbations anthropiques et enfin des principales espèces végétales constitutives. Les parcelles défrichées sont essentiellement constituées de formations herbacées à *Sticherus* et *Aristida*. Un abandon cultural de moins de 10 ans engendre une végétation arbustive essentiellement constituée de *Philippia*, *Helichrysum* ou *Psiadia*. Après un abandon de plus de 25 ans favorise une reconstitution progressive de la forêt peut être observée. Elle se caractérise par une plus grande diversité floristique avec des genres comme *Polyscias*, *Weinmannia*, *Carissa*...



Carte 3: Evolution du couvert forestier après déforestations

5. CONCLUSION

Cette étude écologique effectuée dans la région d'Ambendrana et ses alentours a permis de connaître les différents types de formations végétales du corridor. Les résultats floristiques et structuraux montrent que la végétation n'est pas seulement de type primaire car on note une importante représentation

de vieilles jachères forestières. L'évolution de cette végétation est donc à rechercher dans les mouvements anciens et récents de la population à l'intérieur de la forêt.

Il semble que le gradient altitudinal détermine la composition floristique et la physionomie de ces forêts naturelles. D'autres indicateurs biotiques (âge des jachères, diversité floristique, type d'action anthropique) et abiotiques (paramètres physico-chimiques du sol, humidité) ont contribué à mieux comprendre l'évolution du milieu forestier dans un contexte de déforestation plus ou moins importante.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Andrianotahiananahary, H., 2005. *Etudes écologiques et ethnobotaniques de la diversité floristique des jachères du corridor forestier Ranomafana – Andringitra (Cas d'Ambendrana - Fianarantsoa)*. DEA en Ecologie Végétale Appliquée, Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Programme GEREM-Fianarantsoa (CNRE/IRD), 74p. + annexes.

Conservation International, 2002. Forêts : usages et menaces sur une ressource

<http://www.ilo.cornell.edu/images/th.5.pdf>

Goodman, S.M. & Razafindratsita, V., 2001. *Inventaire biologique du Parc National de Ranomafana et du couloir forestier qui la relie au Parc National d'Andringitra*. Série Sciences Biologiques N° 17. CIDST, Antananarivo, 243p.

Herve, D., Carriere, S., Toillier, A., Serpantie, G., Rakoto, Ramiarantsoa, H., Blanc-Pamars, C., Andriamahefazafy, F., Andrianambinina, D., Meral, P., Aumeeruddy-Thomas, Y., Ranaivoarivelo, N., Rakotarimanana, V. & Froger, G., 2004. *Une aire protégée composite : parcs et corridors dans la région de Fianarantsoa (Centre Est malgache)*. In JOURNEES ATIAIRES PROTEGEES 14 et 15 décembre 2004. Centre IRD d'Orléans, 50p.

Humbert, H. & Cours Darne, G., 1965. *Notice de la carte Madagascar. Carte Internationale du Tapis Végétal et des Conditions Ecologiques à 1/1 000 000è*. CNRS/ORSTOM. Extrait des Travaux de la Section Scientifique et Technique de l'Institut Français de Pondichéry, h.s. n°6, 82p. + 3 cartes

Gounot, M., 1969. *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Editions Masson, Paris, 314p.

- Jumaat, H.A., 2001.** Changes in forest community structures of tropical montane rain forest on the slope of Mt. Trus Madi in Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science*, 13(1) : 76-92.
- Legendre, L., & Legendre, P., 1984.** Ecologie numérique, 2^{ème} édition, Masson, Paris, vol. 2, 335p
- PACT/SGC, 2003.** *Carte de localisation du corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe*. Capitalisation des Acquis du Corridor (CD-Rom).
- Randriamalala, R.J., 2005.** *Etude écologique de la diversité interparcellaire des jachères forestières (kapoaka) de la localité d'Ambendrana, Fianarantsoa*. DEA en Ecologie Végétale. Département de Biologie et Ecologie Végétales, Facultés des Sciences, Université d'Antananarivo. Programme GEREM, CNRE/IRD, Antananarivo, 94p. + annexes.
- Randriamalala, R.J., Andrianotahiananahary, H. & Carriere, S., 2005.** *Influence des pratiques agricoles sur l'évolution des jachères (savoka) et sur les usages associés, cas de la région d'Ambendrana-Fianarantsoa*. Communication présentée au Forum de la Recherche organisé par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique à Toamasina du 30 mars au 1^{er} avril 2005, 17p.

ETUDE BIOECOLOGIQUE DE *Millettia aurea* Du Puy et Labat et DE *Phylloxylon perrieri* Drake (FABACEAE) : ESPECES ENDEMIQUES MENACEES DE LA REGION DU BOENY.

Tantely Fanomezana TIANARISOA, M. Agnès RADIMBISON
B.P. 906, Département de Biologie et écologie Végétales Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo

RESUME

La présente étude a pour but d'étudier la bioécologie de deux espèces endémiques menacées: *Millettia aurea* et *Phylloxylon perrieri* (Fabaceae). Une carte de distribution de ces espèces a été établie, des paramètres floristiques et écologiques ont été relevés et analysés. L'analyse de leur distribution géographique, de leur abondance numérique, des caractéristiques de leurs habitats, de leurs utilisations et menaces a montré que *Millettia aurea* est une espèce "Vulnérable", et *Phylloxylon perrieri* "En danger" selon les critères de l'UICN (2001). Des mesures pour la conservation de ces espèces et de leurs habitats ont été conçues afin d'assurer leur pérennité.

Mots clés: Biologie, écologie, conservation, *Millettia aurea*, *Phylloxylon aurea*, Fabaceae.

1. INTRODUCTION

La déforestation constitue une menace pour la biodiversité ; de nombreuses espèces risquent ainsi de disparaître. Il est alors indispensable de trouver des solutions pour assurer la protection et la conservation de ce patrimoine forestier: des mesures ont été prises au niveau national, notamment, par la création d'aires protégées; une politique forestière a été élaborée pour permettre une gestion rationnelle des ressources naturelles. Ces actions devraient cependant s'étendre aux espèces endémiques des différents écosystèmes.

Les informations recueillies sur les étiquettes d'herbier et consultées sur les bases de données Tropicos ont montré que différentes espèces telles que *Millettia aurea* et *Phylloxylon perrieri* (Fabaceae), distribuées dans le Nord - Ouest de Madagascar et rencontrées également dans des zones situées hors des aires protégées sont menacées de disparition. Cette étude a alors pour objectifs d'évaluer les menaces qui pèsent sur ces espèces cibles, de déterminer leur statut bioécologique et de proposer des mesures pour leur conservation.

2. MATERIELS ET METHODES:

2.1- Choix des espèces et des sites d'étude

Le choix des espèces repose sur leur statut dans la liste rouge (VICN, 2000). Les enquêtes, les informations sur les étiquettes d'herbier, et les données Tropicos ont permis de localiser ces espèces. Les sites ont été choisis en fonction de l'abondance des espèces cibles dans les sites. (Tableau 1).

Tableau 1 : Localisation des sites d'étude

Espèces	Site	Latitude	Longitude	Altitude maximale (m)
<i>Millettia aurea</i>	Soalala	16° 08' 03.00"	045° 21' 01. 08"	30
	Mitsinjo	16° 01 '50.4"	045° 50'16.5"	52
	Ankarafàntsika	16° 19' 25. 1"	046° 49' 34. 2"	310
<i>Phylloxylon perrieri</i>	Soalala	16° 06' 22. 6'	045° 25' 45. 6"	31
	Ankarafantsika	16° 19' 04. 4	046° 48' 39. 9"	350

2.2- Etude de la distribution géographique:

L'étude de la distribution de ces espèces est essentielle dans l'analyse des menaces qui pèsent sur elles; la **carte de la distribution** qui correspond à la matérialisation de la répartition des espèces étudiées sur un fond cartographique est alors élaborée L'analyse de la carte ainsi obtenue permet de déterminer le nombre de sous populations, d'évaluer la zone d'occurrence et l'aire d'occupation, et de noter la présence ou l'absence des espèces dans les aires protégées. La prédiction du déclin futur sera déterminée par la suite.

Les **sous populations** définies comme étant des groupes individualisés sur le plan géographique sont déterminées par comptage.

La **zone d'occurrence** est la superficie renfermant tous les sites de récolte de l'espèce. **L'aire d'occupation** est la surface du type de formation végétale réellement occupée par un taxon, mesurée au sein de la zone d'occurrence.

La **prédiction du déclin futur** d'une espèce est la prédiction de la réduction du nombre de sous populations, réduction due à une perte de l'habitat et à la réduction liée à des pressions spécifiques.

2.3- Evaluation de l'abondance numérique:

Le critère d'abondance est également important dans l'évaluation des risques d'extinction: le seuil minimal critique est de 250 individus matures; l'évaluation a été réalisée dans quatre plots d'abondance de 0,1 ha chacun où la densité à l'hectare a été également évaluée.

2.4- Description de l'habitat des espèces cibles:

L'habitat de ces espèces cibles a été décrit par ses caractères physiques, géographiques et biotiques; il est aussi caractérisé par la structure (verticale et horizontale) et la composition floristique de la végétation contenant les espèces cibles.

La **structure verticale** est déterminée par la stratification de la végétation. L'étude de la **structure horizontale** par la méthode du quadrant centré (QCP) adoptée par BROWER et al. 1990 permet d'évaluer la densité des troncs d'arbres dans la formation où se trouve l'espèce cible.

Les espèces les plus proches recensées par la même méthode QCP sont considérées comme espèces associées à l'espèce cible : une fréquence supérieure à 10% pour la famille et à 5% pour le genre correspond à une étroite association avec l'espèce.

2.5-Etude de la régénération:

Les modes de pollinisation et de dispersion des diaspores ont été identifiés par des observations directes sur le terrain, complétés par des enquêtes auprès de la population locale et par l'analyse des caractéristiques des graines et des fruits de ces espèces cibles.

Le potentiel de régénération a été évalué à partir de la valeur du taux de régénération et de l'analyse de la structure de la population:

- Le **taux de régénération** correspond au pourcentage entre les individus de régénération (individus à diamètre à hauteur de poitrine ou $D_{hp} \leq 10$ cm) et les individus semenciers (individus aptes à fleurir, généralement à $D_{hp} \geq 10$ cm et / ou de hauteur supérieure ou égale à 4m). Un taux supérieur ou égal à 300 % indique une bonne régénération de l'espèce (ROTHER, 1964), le renouvellement du peuplement végétal est alors possible. Si le taux est inférieur ou égal à 100%, l'espèce est vivement menacée.

- **La structure de la population** est définie par la répartition des individus de l'espèce étudiée dans différentes classes de diamètre: <1 cm; [1 - 5 [; [5-10 [; [10-15 [; [15-20 [; [20- 25 [; [25 - 30 [; 2:30 cm.

L'allure de la courbe de fréquence des individus en fonction de ces classes de diamètre permet de déceler une quelconque perturbation au niveau de la population végétale : l'espèce a une bonne régénération si ses individus sont présents dans toutes les classes de diamètre; l'absence d'une ou de quelques classes de diamètre est signe d'une perturbation de la régénération.

2.6- Utilisations et menaces

Les utilisations, les menaces qui pèsent sur les espèces, et sur les habitats sont des critères essentiels dans l'évaluation du risque d'extinction. Elles ont été déterminées par des observations directes sur le terrain et par des enquêtes

menées auprès de la population locale.

L'évaluation des risques d'extinction des espèces cibles est réalisée à partir de toutes les informations collectées.

3. RESULTATS

3.1 - Distribution géographique

Les espèces étudiées se rencontrent essentiellement dans le domaine de l'Ouest. La figure 1 donne leur distribution à Madagascar. L'analyse de cette carte permet d'estimer la prédiction du déclin futur de ces espèces (tableau 2).

La distribution de *Millettia aurea* et de *Phylloxylon perrieri* est assez large, le risque de déclin futur est relativement important.

Tableau 2 : Résultats de l'analyse de la carte de distribution

Espèces	Zone d'occurrence (Km ²)	Aires d'occupation (Km ²)	Sous populations Totales	Sous populations dans les AP	Déclin Futur (%)
<i>Millettia aurea</i>	6224	2793	6	2	67
<i>Phylloxylon perrieri</i>	6583	843	8	2	73

3.2. Evaluation de l'abondance numérique

La valeur de l'abondance de chaque espèce dans les sous-populations étudiées (tableau 3) est considérée comme l'abondance minimale. L'abondance numérique de *Millettia aurea* est très faible à Soalala où le prélèvement sélectif du bois de cette espèce est très important. La rareté des individus matures de *Phylloxylon perrieri* à Soalala s'explique également par leur exploitation.

Tableau 3: Abondance des espèces cibles

Espèces	SP étudiée/ SP totales	Aires occupées (ha)	Densité (n / ha)	Abondance	Localité
<i>Millettia aurea</i>	3/6	386	50	29250	PNAnkarafantsika
		560	40	22400	FC Mitsinjo
		15	2	30	Soalala
<i>Phylloxylon Perrieri</i>	2/8	585	230	164550	PNAnkarafantsika
		15	15	225	Soalala

3.3. Description des habitats des espèces cibles

Les caractéristiques écologiques des habitats des espèces cibles sont résumées dans le tableau 4. *Millettia aurea* et *Phylloxylon perrieri* se concentrent essentiellement dans le bioclimat, de type sec, sub-humide tempéré (Koechlin et al. 1974), généralement sur roches sédimentaires (Du Puy et Morat, 2003) et sur substrat sableux.

Elles se développent dans des forêts denses sèches caducifoliées à *Dalbergia*, *Commiphora* et *Hildegardia* (Koechlin et al., 1974) telle que la forêt dense sèche sur sol ferrugineux de Soalala, la forêt dense sèche classée de Tsiombikibo (Mitsinjo) et la forêt dense sèche d'Ampijoroa (Ankarafantsika).

Tableau 4 : Caractéristiques des habitats des espèces cibles

Espèces	Localités	Bioclimat	Géologie	Situation géographique	Altitude (m)	Végétation climatique
<i>Millettia aurea</i>	PN Ankarafantsika	Sec	Roche	Bas versant	< 800	FDSC
	FC Mitsinjo					
	Soalala		Sédimentaire			
<i>Phylloxylon perrieri</i>	PN Ankarafantsika	Sec	Roche	Mi-versant à	< 800	FDSC
	Soalala		Sédimentaire	Haut versant		

FDSC : Forêt dense sèche caducifoliée

PN : Parc national

FC : Forêt classée

A Ankarafantsika et à Mitsinjo, la hauteur maximale de *Millettia aurea* peut atteindre plus de 15m ; à Soalala, elle ne dépasse pas 11 m et la densité des troncs de ces espèces, faible. (Tableau 5) .

Phylloxylon perrieri appartient à la strate arbustive (2 à 5m). Sa densité est p .0 Ankarafantsika qu'à Soalala.

Ces résultats montrent que *Millettia aurea* et *Phylloxylon perrieri* se développer dans les formations non dégradées.

Tableau 5 : Synthèse des caractéristiques des habitats des espèces cibles étudiées

Espèces	Habitats	Hauteur maximale de la canopée (m)	Densité spécifique (n/ha)	Etat de la formation
				végétale
<i>Millettia aurea</i>	Soalala	7 à 11	40	dégradé
	Mitsinjo	15 à 18	220	Peu dégradé
	Ankarafantsika	15 à 18	380	Quasi intact
<i>Phylloxylon perrieri</i>	Soalala	2 à 5	110	dégradé
	Ankarafantsika	2 à 6	420	Quasi intact

Le tableau 6 montre les taxa les plus fréquents dans les habitats de chaque espèce cible: les familles caractéristiques de la forêt dense sèche caducifoliée, les Fabaceae et les Euphorbiaceae, sont les plus représentées.

Tableau 6 : Familles et espèces fréquentes dans les habitats des espèces cibles

Espèces	Familles fréquentées	Espèces fréquentées
<i>Millettia aurea</i>	FABACEAE (10%) EUPHORBIACEAE (10%)	<i>Stereospermu euphoroïdes</i> (11 %)
		<i>Commiphora pervilleana</i> (10,5%)
		<i>Drypetes madagascariensis</i> (10%)
		<i>Dalbergia chlorocarpa</i> (9%)
<i>Phylloxylon perrieri</i>	FABACEAE (15 %) EUPHORBIACEAE (10%)	<i>Drypetes madagascariensis</i> (12 %)
		<i>Hypoestes phyllostachys</i> (11 %)

3.4- Etude de la régénération naturelle

Millettia aurea est une espèce monoïque anémophile; sa dissémination est du type barochore pouvant être associé à l'anémochorie. Les périodes de floraison et de fructification durent 8 mois par an avec des maxima en fin de saison sèche (Octobre et Novembre).

Phylloxylon perrieri est une espèce monoïque; sa dissémination est du type barochore ; la floraison et la fructification s'étalent du mois de Février au mois de Mars.

Le tableau 7 donne les valeurs du taux de régénération de chacune des espèces étudiées; ces valeurs sont considérées comme étant des valeurs moyennes pour l'évaluation des menaces de ces espèces.

Tableau 7 : Taux de régénération des espèces cibles dans les sites d'étude

Espèces	Sites d'étude	Surface de relevé	Nr	Ns	Nr /Ks	TR (%)
<i>Millettia aurea</i>	Soa1a1a	1.000 m ²	4	5	0,8	80
	Mitsinjo		42	15	2,8	280
	Ankarafantsika		51	34	1,5	150
<i>Phylloxylon perrieri</i>	Soalala		18	2	9	900
	Ankarafantsika		42	14	3	300

Nr : Nombre d'individus de régénération

Ns : Nombre d'individus semenciers

TR : Taux de régénération

3.5 - Utilisations et menaces

Millettia aurea fournit un bois d'œuvre de qualité relativement dur, utilisé surtout pour la construction et en menuiserie; les troncs à gros diamètre sont les plus utilisés.

Phylloxylon perrieri est surtout une plante ornementale, mais son bois d'une dureté exceptionnelle est également utilisé pour la fabrication de manches d'outils.

Différents types de menace pèsent sur ces espèces cibles. Les prélèvements illicites et la régression de la superficie de leurs habitats naturels due aux perturbations anthropiques (feux de végétation, déforestation consécutive à la fabrication de charbon de bois) constituent les menaces majeures. Cette pression est particulièrement importante dans les zones non protégées par des statuts de conservation (sites de Soalala et de Mitsinjo) où la coupe sélective des espèces étudiées et l'exploitation forestière sont très développées, ce qui entraînerait une diminution progressive de l'habitat de ces espèces.

3.6 - Statut bioécologique des espèces cibles étudiées

Le tableau 8 montre les différents critères permettant de classer les espèces cibles dans les catégories de statut U.I.C.N.

Tableau 8 : Critères de menace et statut de chaque espèce

Espèce	<i>Millettia aurea</i>	<i>Phylloxylon perrieri</i>
Abondance	270	145
Régénération	Bonne	bonne
Utilisation	oui	oui
Zone d'occurrence (km ²)	4224	4583
Aire d'occupation (km ²)	2793	843
nSP total	6	8
nSP dans AP	2	2
nSP étudiées	3	2
Perte de l'habitat	oui	oui
Prédiction de déclin futur (%)	67	73
STATUT U.I.C.N.	Vulnérable (VU)	En danger (EN)

nSP : nombre de sous population

SP : sous population

AP : Aires protégées

Millettia aurea est une espèce **vulnérable** : ses sous populations sont associées à des zones d'occupation et d'occurrence relativement importantes dont plus de la moitié se trouve en dehors des aires protégées. 270 individus matures ont été dénombrés et le déclin futur de l'espèce est estimé à 67%.

Phylloxylon perrieri est **en danger**: la zone d'occurrence est relativement importante, mais le nombre d'individus matures présents est relativement faible ne dépassant pas 250 dans chacune des sous populations.

4. CONCLUSION

Le développement et l'abondance de *Millettia aurea* et *Phylloxylon perrieri* dans leurs habitats naturels sont en relation avec les variations des perturbations humaines. Ces espèces sont moins abondantes dans les formations relativement dégradées, les forêts à faibles pressions anthropiques sont favorables à leur développement. Ces espèces sont utilisées à des fins artisanales, domestiques et commerciales. Les principales menaces sur leurs habitats sont les feux de végétation, les exploitations illicites de bois; mais les coupes sélectives de ces espèces sont aussi importantes.

L'estimation des risques d'extinction de chaque espèce à partir des informations recueillies a montré que *Millettia aurea* est une espèce "**Vulnérable**" et *Phylloxylon perrieri* est "**En Danger**". Ces espèces nécessitent des mesures de protection et de conservation immédiates qui devraient être appliquées parallèlement avec la conservation de leurs habitats

REMERCIEMENTS:

Cette étude est le fruit d'une collaboration entre CI Madagascar et le Département de Biologie et Ecologie Végétales de la Faculté des Sciences

d'Antananarivo à qui nous adressons notre profonde reconnaissance.

Nous remercions également tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à sa réalisation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Brower, 1., E, Zar, J.H., et Von Ende, C., N., 1990 - *Field and laboratory for general ecology*, 3rd edition, Brown Publishers, USA, 237p.

Capuron, R., 1957 - *Introduction à l'étude de la flore forestière de Madagascar, Antananarivo*, 120 p.

Du Puy, D., 1., Mor AT, S., 1986 - *A refined classification of the primary vegetation of Madagascar based on underlying geology using GIS to map its distribution and to assess its conservation status* - in W.R, Lourençon (ED), biogéographie de Madagascar, Edition de l'ORSTOM, Pars, p : 205 - 218.

Koechlin, J., Guillaumet, 1., et Morat, P., - 1974 - *Flore et végétation de Madagascar*. J., CRAMER, Vanduz, 686p.

Rothe, 1964 - *Régénération en forêt tropicale. Le Dipterocarpus drey (Dan) sur le versant cambridgien du Golfe de Siam*. Bois et forêts des Tropiques. Madagascar, p: 386 - 397

Catégories et critères de l'UICN pour la liste rouge, version 3. Gland, Suisse

ETUDE DES FORMATIONS VEGETALES DANS LES HAUTES MONTAGNES DU NORD DE MADAGASCAR, CAS D'AMBOHIMIRAHAVAVY ET DE BEAMPOKO

Tabita Noromalalaharivelo RANDRIANARIVONY, Charlotte RAJERARISON, Edmond ROGER, Martin CALLMANDER

BP 906. Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences. Université d'Antananarivo

RESUME

Quelques méthodes écologiques telles que : l'étude de la structure de la végétation, l'analyse dendrométrique et l'étude de la régénération naturelle ont permis de caractériser les formations végétales qui sont situées au-delà de 2000 m dans les massifs d'Ambohimirahavavy et de Beampoko.

Ces deux massifs sont encore mal connus, ce travail est considéré comme un travail écologique pionnier dans cette zone.

Trois types de formations végétales ont été trouvés dans les hautes altitudes des massifs étudiés. Ce sont : la Forêt dense humide de montagne, la Sylve à lichen et la Brousse éricoïde. Les caractéristiques écologiques de ces trois types de formations sont variables au niveau pédologique et floristique.

Mots clés : Ambohimirahavavy, Beampoko, Forêt dense humide de montagne, Sylve à lichen, Brousse éricoïde.

1. INTRODUCTION

Madagascar avec sa superficie de 594000 km² (MINENVEF, 1998), est un des pays du monde où la diversité biologique est importante et il est considéré comme un microcontinent. La grande île est caractérisée par un grand nombre de familles qui sont bien diversifiées. Pourtant, cette diversité botanique est loin d'être connue (Rajeriarison, 1996).

La connaissance encore partielle de la flore malgache et de certaines espèces de cette flore associées aux pressions et aux menaces qui pèsent sur cette biodiversité ont incité les ONG (comme MBG, CI) et le DBEV à travailler ensemble pour la conservation et la compréhension de la diversité de la grande île.

Les massifs d'Ambohimirahavavy et de Beampoko sont peu connus mais ils présentent des intérêts économiques et scientifiques.

L'objectif de cette étude est de comprendre la répartition des espèces dans les massifs et de renforcer la connaissance des flores des hautes montagnes.

2. MILIEU D'ETUDE

Les deux massifs se trouvent dans le complexe montagneux de Tsaratanana (Capuron, 1951), entre les régions de SOFIA et de SAVA.

Le relief de la zone d'étude est accidenté (Rossi, 1980) et il est composé de massifs à pente abrupte, de plateaux résiduels, de vastes plaines et de marais saisonniers (MAEP, 2003).

Dans le nord de Madagascar, le climat est un climat tropical de hautes montagnes, le bioclimat est de type humide froid. La saison pluvieuse avec de gros orages commence au début du mois de Novembre et prend fin au mois d'Avril et la saison de pluies avec des pluies fines du mois de Mai au mois de Septembre.

La pluviométrie annuelle est de 1370 mm et la température annuelle est de 26,6°C. Les mois écologiquement secs durent 6 mois.

Le système géologique dans la partie Nord est constitué par des roches cristallines (ORSTOM, 1966) et des roches éruptives d'âge Miocène (Humbert, 1928). Le sol est de type ferrallitique jaune et/ou jaune avec des sols minces sur les pentes en altitude. Différents types de sol qui varient suivant l'altitude peuvent y être trouvés.

La végétation appartient à plusieurs subdivisions phytogéographiques. Les Asteraceae, les Rubiaceae, les Cyperaceae et les Ericaceae sont les familles dominantes et les genres dominants sont : *Elaeocarpus* sp., *Weinmannia* sp., *Sloanea*., *Tisonia*., *Ocotea*., *Calophyllum*., et *Dypsis* (Humbert, 1928). La faune est constituée par des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des amphibiens et des insectes.

Les groupes ethniques sont formés par les Tsimihety, les Betsileo, les Sihanaka, les Merina et les Antaisaka. Leurs activités principales sont la riziculture, l'élevage et l'utilisation de la forêt pour subvenir à leur besoin quotidien. La zone d'étude n'est accessible en voiture qu'en saison sèche (MAEP, 2003).

3. MATERIELS ET METHODES

Pour cette étude, le travail a été effectué dans les hautes altitudes. Plusieurs versants ont été considérés : Nord - Est, Sud – Est, Nord - Ouest et Sud – Ouest. Des matériels de terrain comprenant un GPS, un DBH – mètre, une gaule ont été utilisés pour l'étude

Une étude bibliographique à l'aide d'une consultation des ouvrages et des livres sur la flore et la végétation de Madagascar, sur la nomenclature des formations végétales de Madagascar et sur les méthodes d'études écologiques a initié les travaux de terrain.

Pour cette étude, trois méthodes écologiques ont été adoptées :

- Relevés pédologiques qui ont été réalisés dans une fosse pédologique de 50 cm x 50cm x 100 cm. A chaque fosse effectuée, des paramètres physiques et des paramètres pour caractériser chaque couche ont été notés.

- Relevés floristiques par des récoltes d'herbier et des collectes de données des placeaux de 0,1 ha et des transects de 100 m ont été adoptés. Dans chaque site d'étude, deux groupes de paramètres ont été notés : les paramètres physiques et les paramètres floristiques (types biologiques, Caractère phénologique, nombre de contacts des espèces.
- Etudes des formations végétales qui englobent l'étude de la structure de la végétation, l'étude de la régénération naturelle des formations et l'analyse dendrométrique.

L'étude de la structure de la végétation porte sur deux volets : la structure verticale correspondant au mode de stratification des espèces et la structure horizontale permettant d'avoir la densité de la formation verticale, basée sur l'établissement d'un diagramme de recouvrement correspondant

Analyses des données

Les données obtenues par les relevés floristiques et les études de la formation végétale ont été analysées en calculant :

- La fréquence linéaire (Brower, 1990) :

$$fi = ji/K*100$$

Avec

fi : fréquence de l'espèce i,

ji : nombre de segments où l'espèce i est présente ;

K : nombre total de segments.

- La densité linéaire :

$$DL = n/L$$

Avec :

DL : densité linéaire,

n : nombre d'individus

L : longueur totale du transect

- Le recouvrement global (R.G) connu à partir des pourcentages donnés par le mode de stratification des espèces : R.G >90% : strate fermée, R.G]75 – 90%] : strate peu ouverte, R.G]50 – 75%] : strate semi – ouverte, R.G]25 – 50%] : strate ouverte et R.G]10 – 25%] : strate très ouverte.
- Le taux de régénération (Rothe, 1964):

$$TR = Nr/Ns*100$$

Avec :

TR : taux de régénération,

Nr : nombre d'individus de régénération compris dans les intervalles de Dhp suivants]0 – 3 cm[, [3 – 5 cm[, [5 – 10 cm[, Ns : nombre d'individus semenciers à un intervalle de Dhp ≥ 10cm.

Si TR < 99% on a une difficulté de régénération, si TR = 100 à 999% on a une possibilité de renouvellement du peuplement et si TR > 1000% l'espèce a un potentiel de régénération très élevé.

• La surface terrière (Rondeux, 1993): $G_i = \pi / 4 * d_i^2$ et $G = \sum G_i$

Avec G_i : surface terrière en m²/ha de chaque individu, d_i : diamètre à hauteur de poitrine de l'individu et G : surface terrière en m²/ha occupé par tous les individus.

• Le biovolume (Dawkins, 1959) : $V_i = 0,53 \sum G_i h_i$ et $V = \sum V_i$

Avec V_i : biovolume en m³/ha des individus, h_i : hauteur fût de l'arbre en m , 0,53 : coefficient de forme et V : biovolume en m³/ha occupé par tous les individus.

• La dominance relative (Rajoelison, 1992) : $D_i = G_i / G * 100$ avec D_i : dominance relative de l'espèce i en %

• La densité d'arbre par hectare (Brower, 1990) : $D = 10000 / [n (n+n')] * (\sum d)^2$

• Le coefficient de Sorrensen (P_s) $P_s = [2c / (a+b)] * 100$

Avec a le nombre d'espèces présentes dans le relevé 1

b le nombre d'espèces rencontrées dans le relevé 2

c le nombre d'espèces communes aux deux relevés.

4. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les formations végétales d'altitudes présentent une répartition en étages :

- Etage de moyenne altitude de 1200 à 1800 m, caractérisé par des forêts denses ombrophiles de la série à *Tambourissa* et *Weinmannia* (Forêt à mousse).

- Etage montagnard de 1800 à 2000 m d'altitude, formé par les forêts sclérophylles de montagne (Sylve à lichen).

- Etage de haute montagne à une altitude au-dessus de 2000 m, formé par la Brousse ericoïde.

Mais ces limites sont des limites théoriques et les types de formations peuvent descendre ou monter en altitude suivant leurs situations géographiques.

Trois types de formations végétales ont été trouvés dans les massifs d'Ambohimirahavavy et de Beampoko au-delà de 2000 m, ce sont la Forêt dense humide de montagne ou forêt à mousse à une altitude entre 2000 – 2100 m, la Sylve à lichen ou Forêt dense sclérophylle de montagne entre 2100 –

2200 m d'altitude et la Brousse ericoïde ou le fourré dense de montagne à une altitude supérieure à 2200 m.

4.1 – Caractéristiques édaphiques

Le sol est de couleur rouge plus jaune, à texture limoneuse et à pH acide (entre 3,11 et 4,80). La litière est épaisse dans la sylvie à lichen (Tableau 1).

4.2 – Description des formations végétales

4.2 – 1 – Aspect physiologique

L'étude de la structure verticale révèle que :

- La strate arborescente est de 6 à 14 m de haut, elle est ouverte ou semi – ouverte dans la Forêt à mousse et la Forêt dense sclérophylle de montagne. Les émergents sont moins denses. La strate arbustive a 2 à 6 m de haut ; elle est semi-ouverte ou peu ouverte dans la Forêt à mousse et la Forêt dense sclérophylle de montagne.
- La strate herbacée est de 0 à 2 m de haut ; elle est fermée dans la Forêt à mousse et la Forêt dense sclérophylle de montagne.
- .

Tableau 1 : Caractéristiques édaphiques des trois types de formations végétales

Formations végétales Caractéristiques		Forêt dense humide de haute montagne	Sylve à lichen	Brousse ericoïde
Profils (Horizons : épaisseur, couleur)	A ₀₀	10 cm – Litière	35 cm - Litière	5 cm - Litière
	A ₀	11 cm - Brunâtre (foncé)	7,5 cm - Brun - jaunâtre (foncé)	10 cm - Brun - jaunâtre
	A ₁	9 cm - Brunâtre (clair)	13 cm - Brun - jaunâtre (foncé)	18 cm - Jaune - rougeâtre
	A ₂ - A ₃	13 cm - Rouge marron	18 cm - Jaune - brunâtre	11 cm - Jaune - rougeâtre
	B ₁	15 cm - Rouge brun	12 cm - Jaune	20 cm – Jaune brunâtre
Texture		Limono – Sableuse en surface et Limono – Argilo – Sableuse en profondeur	Limoneuse en surface et Limono – Sableuse en profondeur	Limoneuse en surface et Limono – Sableuse en profondeur
PH		3,15 – 4,02	3,11 – 4,79	4,80 – 3,80
Niveau d'enracinement		38 cm	45 cm	55 cm

Les espèces représentatives de chaque strate sont données dans le tableau 2

Tableau 2 : espèces représentatives de chaque strate dans les trois formations étudiées

Types de formation Strates	Forêt dense humide de montagne	Sylve à lichen	Brousse ericoïde
Strate arborescente	<i>Weinmannia</i> sp., <i>Elaeocarpus</i> sp., <i>Erythroxylum</i> sp., <i>Ocotea leavis</i> , <i>Polyscias tsaratananae</i>	<i>Weinmannia eriocarpa</i> , <i>Eugenia cuneifolia</i> , <i>Elaeocarpus alnifolius</i>	Sans strate (Fourré)
Strate arbustive	<i>Saldinia</i> sp1, <i>Vaccinium emirnense</i> , <i>Senecio curvatus</i> , <i>Mapouria apoda</i>	<i>Cyathea dregei</i> , <i>Vaccinium emirnense</i> ,	
Strate herbacée	<i>Mimulopsis angustata</i> , <i>Mimulopsis grandulosa</i> , <i>Ruellia dissidens</i> , <i>Elaphoglossum lepervenchii</i> , <i>Dianella ensifolia</i>	<i>Impatiens</i> sp.	

Les essences qui composent les trois types de formations végétales sont basses en général, la hauteur maximale des arbres est de 15 m dans la forêt dense humide de montagne.

- Le recouvrement global de la formation varie entre 25,71% et 76,88%. La canopée est ouverte ou peu ouverte. (Tableau 3).

Tableau 3 : Recouvrement global et type de canopée des trois types de formations étudiées

Types de formation	Forêt dense humide de montagne	Sylve à lichen	Brousse ericoïde
Recouvrement global (%)	25,71	76,88	32,91
Canopée	Ouverte	Peu ouverte	Ouverte

- La densité des troncs d'arbre varie de 2036 et 2974 individus par hectare, elle est faible en général surtout dans la Sylve à lichen.

4.2 – 2 – Etats phénologiques

Les espèces qui constituent les formations étudiées sont presque toute à l'état végétatif au moment de l'étude. Un fort pourcentage de la floraison se situe pendant le mois de Décembre dans la Brousse ericoïde (Figures 1)

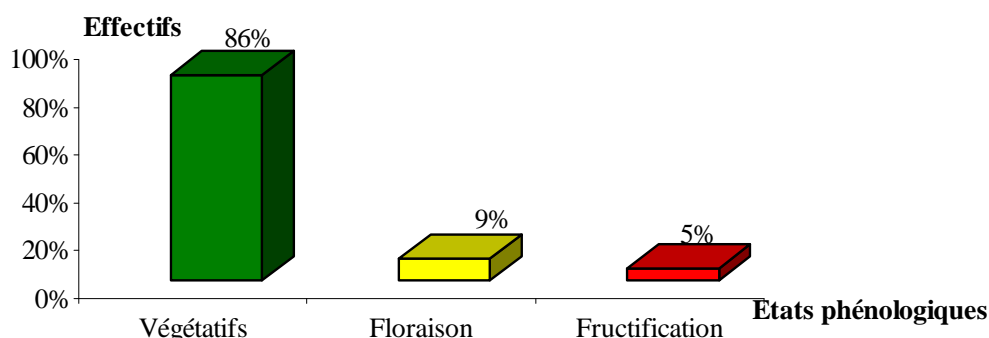


Figure 1 : Etat phénologique dans la Forêt dense humide de montagne (Oct – Nov 2005)

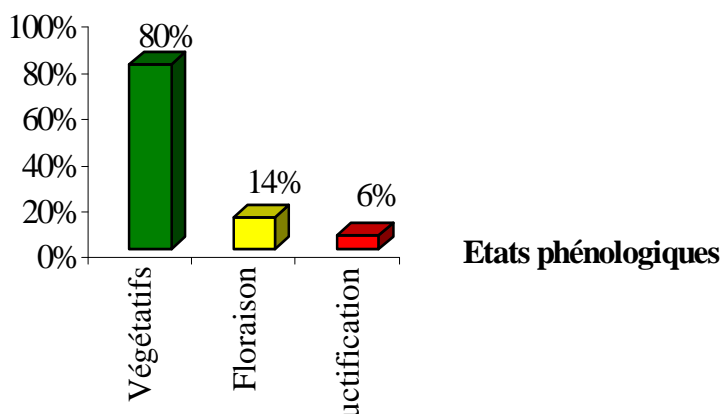


Figure 2 : Etat phénologique dans la Sylve à lichen (Oct – Nov 2005)

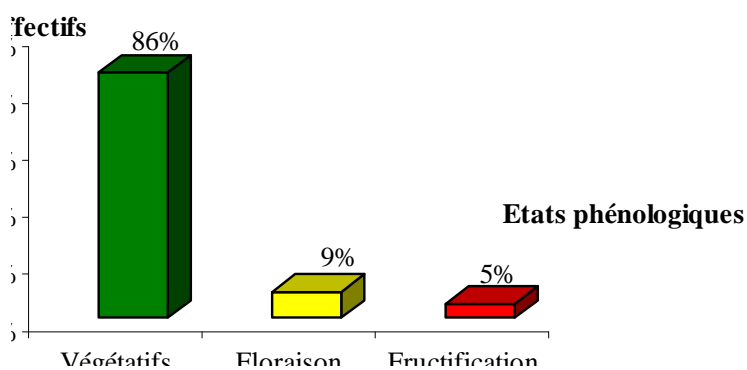


Figure 3 : Etat phénologique dans la Brousse éricoïde (Oct – Nov 2005)

4.2 – 3 – Potentiel de régénération

Les taux de régénérations de toutes ces formations sont supérieurs à 100% ; les taxons qui les composent ont donc une grande possibilité de se régénérer dans la forêt. Le taux de régénération de la sylvie à lichen est le plus élevé mais l'effectif des individus dans chaque classe de Dhp montre qu'il y a une diminution brusque de l'effectif des individus à Dhp compris entre 15 et 20 cm. Le taux de régénération des taxons dans la brousse est très faible : 278,4% (Tableau 4).

Tableau 4 : Effectifs des individus régénérés et des individus adultes dans les trois types de formations

Classe de Dhp	Individus régénérés			Individus adultes ≥10 cm	Taux de régénération (%)
	]0-3cm [	[3-5cm [	[5-10cm [
Forêt dense humide de montagne	1786	1316	543	471	773,89
Sylvie à lichen	1861	1715	386	369	1073,71
Brousse éricoïde	980	265	140	104	274,8

4. 2 – 4 – Analyse dendrométrique

Pour la surface terrière et le biovolume des formations étudiées, leurs valeurs sont faibles surtout dans la Brousse éricoïde à cause des faibles diamètres et hauteurs des arbres qui se trouvent en altitude.

Les familles des Cunoniaceae, Podocarpaceae et Myrtaceae font partie des familles qui ont un fort potentiel ligneux et un potentiel ligneux moyen (Tableau 5).

Tableau 5 : Liste des familles à fort potentiel ligneux et à potentiel ligneux moyen dans les trois types de formations

Type de formation	Familles à fort potentiel ligneux	Familles à potentiel ligneux moyen
Forêt dense humide de montagne	Cunoniaceae (95,86m ³ /ha) Elaeocarpaceae (65,44m ³ /ha), Araliaceae (53,35m ³ /ha), Lauraceae (50,71m ³ /ha)	Sapindaceae (47,07m ³ /ha), Erythroxyloxyaceae (31,27m ³ /ha), Malvaceae (26,65m ³ /ha)
Sylvie à lichen	Myrtaceae (75,55m ³ /ha),	Podocarpaceae (31,99m ³ /ha),

	Cunoniaceae (52,2m ³ /ha)	Lauraceae (31,07m ³ /ha)
Brousse éricoïde	Podocarpaceae (58,25m ³ /ha)	Myrtaceae (38,92m ³ /ha), Cunoniaceae (27,15m ³ /ha), Lauraceae (27,57m ³ /ha)

Certaines espèces occupent une grande quantité de bois dans les formations étudiées : *Weinmannia hildebrandtii* occupe 20% du volume en bois de la Forêt dense humide de montagne. *Eugenia emirnisensis*, *Weinmannia hildebrandtii* et *Ocotea leavis* occupent la majeure partie du volume en bois de la Sylve à lichen. *Podocarpus madagascariensis*, *Eugenia emirnisensis* et *Weinmannia hildebrandtii* ont une dominance relative élevée dans la Brousse éricoïde.

4.3 – Caractères floristiques

- Pour ces trois types de formations, avec 278 espèces regroupées dans 145 genres et 69 familles. Les familles les plus représentées en espèces sont les Rubiaceae, les Asteraceae, les Clusiaceae et les Euphorbiaceae (Figure 4, Annexe)
- Le spectre biologique montre que les espèces de ces formations sont à plus de 50 % des Phanérophytes. Les épiphytes sont abondants dans la sylve à lichen et la brousse éricoïde, les lianes sont rares (2 à 3%) (Tableau 6).

Tableau 6 : pourcentage de chaque type biologique dans les trois types de formation

Types biologiques Types de formation	Ph	Cha	Hc	Cr	E	Liane
Forêt dense humide de montagne	76	12	4	3	2	3
Sylve à lichen	57	13	12	5	11	2
Brousse éricoïde	53	17	13	5	9	3

Ph. : Phanérophyte

Cha. : Chamephyte

Hc. : Hémicryptophytes

Cr : Criptophytes

E. : Epiphytes

- Le taux d'endémicité spécifique est élevé, égal à 82,18%. Les familles endémiques sont absentes dans les relevés mais quelques genres

endémiques comme *Beilschmiedia*, *Phyllarthron* et *Elaeocarpus* ont été notés (Figure 5)

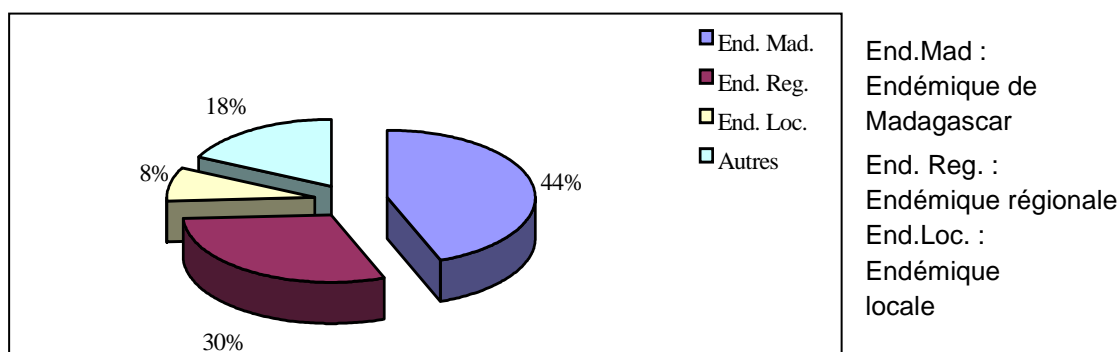


Figure 5: Affinité biogéographique des espèces dans les formations étudiées

- Le test de similitude montre que, il n'y a aucune similarité entre les trois formations étudiées car le coefficient de Sorrensen est tous inférieurs de 50 % (Tableau 6)

Tableau 6: Matrice de similitude de Sorrensen des trois types de formations

Types de formation	Forêt dense humide de montagne	Sylve à lichen	Brousse éricoïde
Forêt dense humide de montagne		40,54%	30,39%
Sylve à lichen			44,82%
Brousse éricoïde			

- Le tableau 7 suivant met en évidence les différences entre les trois types de formations végétales qui se trouvent dans les massifs d'Ambohimirahavavy et de Beampoko à une altitude supérieure à 2000 m.

Figure 4: Histogramme de la répartition des effectifs des familles

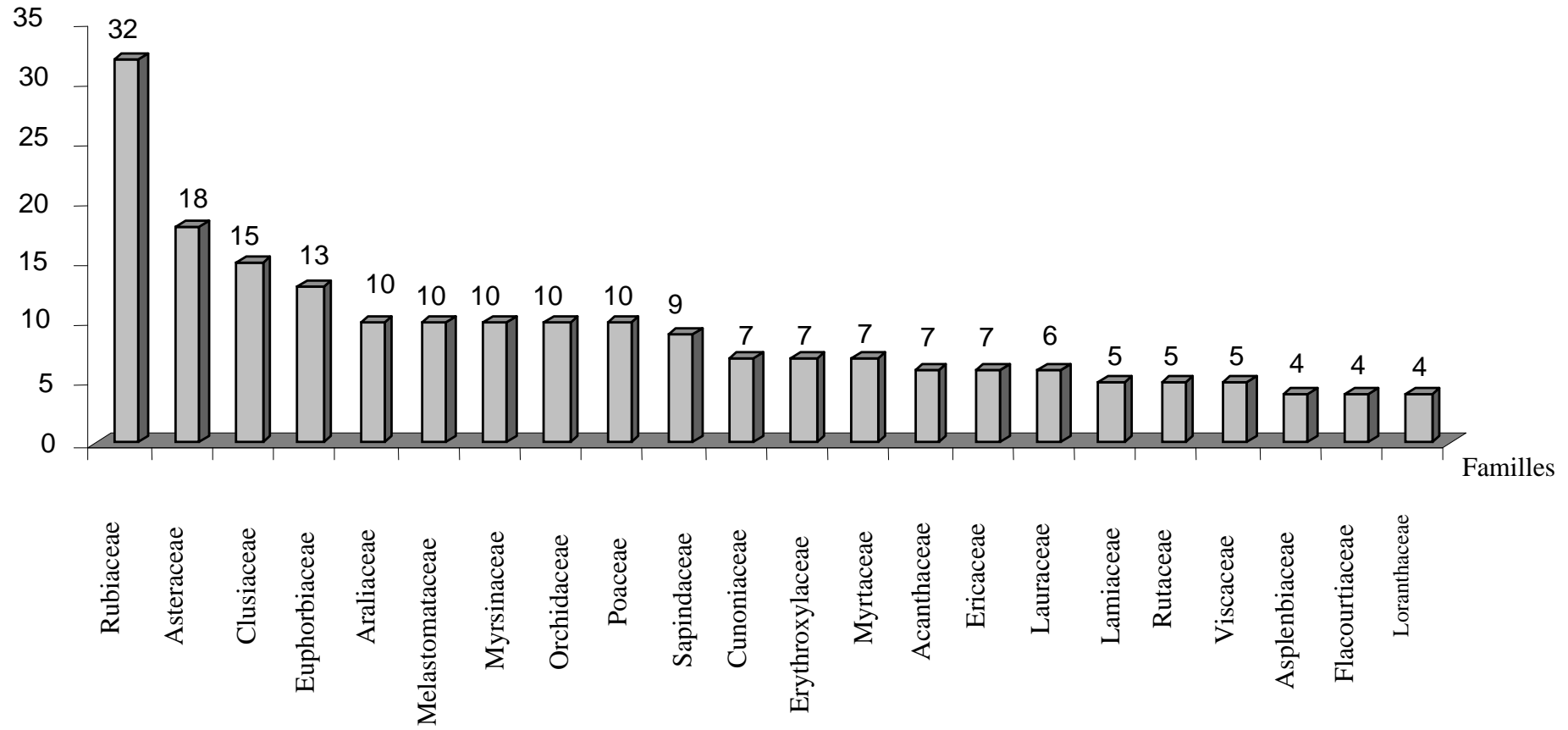


Tableau 7 : tableau récapitulatif

Formations végétales	Forêt dense humide de montagne	Sylve à lichen	Brousse ericoïde
Caractéristiques			
Caractéristiques édaphiques (couleur et texture).	- Sol rougeâtre - Texture limoneuse à argilo - limoneuse	- Sol jaunâtre - Texture limoneuse à limono - sableuse.	- Sol jaune rougeâtre - Texture limoneuse.
Caractéristiques des formations végétales			
➤ Stratification	- Herbacée] 0-2 m] - Arbustive] 2-6 m] - Arborescente]6-14m] - Emergent >14m	- Herbacée] 0-2m] - Arbustive] 2-4m] - Arborescente] 4-10m] - Emergent >10m	- Fourré
➤ Densité (individus /ha)	2974	2036	2380
➤ Taux de régénération (%)	773,83	1073,71	274,8
➤ Surface terrière en m ² /ha	137,4	105	47,7
➤ Biovolume m ³ /ha	475	283,8	208,1
Caractéristiques floristiques			
Familles abondantes	RUBIACEAE, CLUSIACEAE	ASTERACEAE, MELASTOMATACEAE, RUBIACEAE	ASTERACEAE, MELASTOMATACEAE ARALIACEAE, ERICACEAE.
Espèces abondantes	<i>Weinmannia hildebrandtii</i> , <i>Podocarpus madagascariensis</i> , <i>Polyscias tsaratananae</i> , <i>Vaccinium emirnense</i> , <i>Elaphoglossum lepervanchii</i>	<i>Eugenia cuneifolia</i> , <i>Elaeocarpus alnifolius</i> , <i>Medinilla ericanum</i>	<i>Erica latifolia</i> , <i>Eugenia cuneifolia</i> , <i>Vernonia sp.</i> , <i>Vaccinium seccundiflorum</i> , <i>Costularia sp.</i>
Espèces dominantes	<i>Weinmannia hildebrandtii</i> , <i>Ruellia dissidens</i> , <i>Mammea angustifolia</i>	<i>Eugenia cuneifolia</i> , <i>Eugenia emirnensis</i> .	<i>Olyra latifolia</i> , <i>Erica latifolia</i> , <i>Nastus sp.</i>

5. DISCUSSIONS

Toutes les hautes montagnes de Madagascar (Tsaratanana, Marojejy, Andringitra, Ankaratra et Andohahela) sont considérées comme des centres d'endémisme (Rajeriarison, 1996), les massifs étudiés présentent aussi un fort pourcentage d'endémisme spécifique. On peut citer quelques espèces endémiques dans ces massifs telles que *Schefflera favargerii* (Araliaceae), *Calophyllum drouardii* (Clusiaceae), *Macaranga akafinensis* (Euphorbiaceae).

Cette forte endémicité a une liaison avec les conditions écologiques (sol peu profond), les conditions climatiques (précipitation abondante et températures basses) qui règnent dans les hautes altitudes, les histoires géologiques anciennes de ces massifs et les paléoclimats de la région du Nord.

Les massifs d'Ambohimirahavavy et de Beampoko présentent des affinités avec le massif du Tsaratanana. Il y a une parenté nette entre les massifs de Manongarivo, d'Ambohimirahavavy, de Beampoko, d'Anjanaharibe Sud et de Marojejy (Gautier et *al.*, 1996). Les familles communes de ces massifs sont : Araliaceae, Clusiaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Arecaceae, Lauraceae, Ericaceae (Koechlin, 1974 ; Paulian, 1973).

Au niveau générique, on peut citer quelques genres qui sont communs aux massifs de Tsaratanana, d'Ambohimirahavavy, de Beampoko, d'Anjanaharibe Sud et de Marojejy :

- Pour les strates arborescentes, les genres *Weinmannia*, *Elaeocarpus*, *Tambourissa*, *Dombeya.*, *Symphonia*, *Grewia* , *Podocarpus* , *Clerodendron* parmi les plus fréquents.
- Pour les strates arbustives, ce sont les genres: *Croton.*, *Vaccinium*, *Vernonia* , *Oncostemum* , *Senecio* . Ils sont associés au peuplement de Bambous, au groupement de *Pandanus.*, et aux *Cyathea* sp.
- *Impatiens* sp., *Halleria*, *Mendocia*, *Helychrisum* sp., *Costularia* recouvrent la surface du sol.
- Les épiphytes sont abondants surtout dans les Forêts denses sclérophylles de montagnes, parmi eux, on a les genres : *Peperomia* , *Bulbophyllum* , *Jumellea* .

Les massifs d'Ambohimirahavavy et du Beampoko reflètent les caractères physiologiques et biologiques liés aux caractères climatiques et édaphiques altitudinaux des végétations des montagnes Malgaches (Guillaumet, 1983). Les caractères physiologiques des essences forestières, dans les hautes montagnes malgaches, sont résumés comme suit :

- Arbres minces, rabougris, de hauteur n'excédant pas 15 m aux troncs tortueux et fortement branchus, couverts de lichens.

- Diamètres des arbres ne dépassant pas 30 cm en général, sauf quelques genres comme *Weinmannia* (Cunoniaceae), *Eugenia* (Myrtaceae) et *Ocotea* (Lauraceae) qui ont des diamètres atteignant 50cm.
- Base des troncs des arbres dépourvue de contreforts et de racines échasses.
- Lianes rares et épiphytes plus ou moins abondantes.

7. CONCLUSION

Trois types de formations ont été trouvés à une altitude supérieure à 2000 m des massifs étudiés (Forêt dense humide de montagne, Sylve à lichen et Brousse éricoïde).

Les familles telles que Rubiaceae, Clusiaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Ericaceae et Araliaceae sont les plus fréquentes dans ces formations végétales. Les genres dominants dans ces formations sont *Weinmannia* sp., *Medinilla*, *Elaeocarpus*, *Erica*, et les espèces *Vaccinium emirnense* et *Vaccinium secundiflorum*.

La présence d'un taux d'endémisme élevé, des caractères physiologiques et biologiques de hautes montagnes de Madagascar et les corrélations étroites entre la faune et la végétation (présence de nombreux lémuriers reliés aux peuplements de bambous présents dans les zones de transitions) permettent de déduire que les massifs d'Ambohimirahavavy et de Beampoko sont importants du point de vue écologique.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à adresser nos remerciements et nos considérations les plus distinguées au :

- Missouri Botanical Garden, Conservation international et le projet « North mountain » pour leurs assistances, leurs appuis financiers et logistiques.
- Département de Biologie et Ecologie Végétales et tous les collaborateurs de la Faculté des Sciences d'Antananarivo pour leur aide
- Aux personnels du département de **PBZT et du TEF** Ambatobe pour l'aide qu'ils nous ont apporté durant la détermination de nos échantillons d'herbiers.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brower, J., E., Zar, J., H. & Carl, Von, N., Ende. 1990.** - *Field and laboratory Methods for General Ecology*. 3rd Ed. Brower publishers. 237 p.
- Capuron, R. 1951.** - *Compte rendu d'une tournée dans les forêts du Nord de Madagascar avec le Pr Humbert in BAM* Tome XXX. 10 p.
- Dawkins, H., C. 1959.** – *The management of natural tropical high forest, with special reference to Uganda*. Institute University of Oxford. England. 155 p
- Gautier, L., Chatelain, C. & Spichiger, R. 1996.** - *Transition entre les domaines du centre et du Sambirano : proposition d'étude par l'analyse de la flore de la réserve spéciale de Manongarivo in Biogéographie de Madagascar*. Ed. ORSTOM. Paris. pp 121-124.
- Guillaumet, J., L. 1983.** - *Forêt et fourrés de montagnes à Madagascar in Candollea* 38. Ed. Conservation et jardin botanique de Genève. pp 481-502.
- Humbert, H. 1928.** - *Végétation des hautes montagnes de Madagascar in Contribution à l'étude du peuplement des hautes montagnes*. Tome II. pp 195-220.
- Koechlin, J., Guillaumet, J., L. & Morat, P. 1974.** - *Flore et végétation de Madagascar*. Ed. Cramer, Vaduz. 687 p.
- MAEP. 2003.** - *Monographie de la région SAVA*. Unité de politique et de développement rurale (UPDR). 105 p.
- MAEP. 2003.** - *Monographie de la région SOFIA*. Unité de politique et de développement rurale (UPDR). 105 p.
- ORSTOM. 1966.** - *Nouvelles données scientifiques sur le massif de Tsaratanana (Madagascar)*. Résultats d'une Mission. Mém. ORSTOM.
- Paulian, R., Guillaumet, J., L., Betsch, J., M., Blanc, Ch., Griveaud, P. & Peyrieras, A. 1973.** - *Etude des écosystèmes montagnards dans la région Malagasy : II- Chaînes anosyennes : Géomorphologie, climatologie et groupements végétaux (Campagne RCP 225, 1971-1972) in Bulletin du Muséum National d'histoire naturelle, 3^{ème} série, n°118, Ecol. Générale* 1. pp 1-32.
- Rajeriarison, C. 1996.** - *Aperçu bibliographique sur l'originalité et les affinités de la flore Malagasy in Biogéographie de Madagascar*. LOURENCO, W., R. (Ed.). Ed. ORSTOM. Paris. pp 195-203.
- Rajoelison, L., G. 1992.** – *Méthode d'Analyse sylvicole dans une forêt naturelle in Akon'ny Ala n°8*. Bulletin du département des Eaux et forêts de l'ESSA. pp 9 – 19.
- Rakotomanga, B., D. 1998.** - *Etude des groupements de végétaux saxicoles de la RNI n°05 d'Andringitra*. Mémoire de DEA en Ecologie Végétale. Univ. Antananarivo. 75 p.

Rondeux, J. 1993. – *La mesure des arbres et des peuplements forestiers*. Presse Agronomiques de Gembloux. 521 p.

Rossi, G. 1980. - *Extrême Nord de Madagascar*. Tome I. 310 p.

Rothe, P. 1964. - *Régénération naturelle en forêt tropicale sur le versant cambodgien de Siam à bois et forêt de tropique Madagascar*. pp 383 – 397

ANNEXE

Liste floristique et affinité biogéographique

FAMILLES	Genres et espèces	Auteurs	Affinité biogéographique
ACANTHACEAE	<i>Mendoncia flagelaris</i>	(Bak.) Benoist	End. Mad.
ACANTHACEAE	<i>Mendoncia</i> sp.	Vell. Conc.	
ACANTHACEAE	<i>Mimulopsis angustata</i>	R. Bn in Notul	End. Mad.
ACANTHACEAE	<i>Mimulopsis granulosa</i>	Bak in Journ. Lin.	
ACANTHACEAE	<i>Ruellia dissidens</i> var. <i>sublabra</i> .	R. Bn	End. Mad.
ACANTHACEAE	<i>Strobilanthes mediocris</i>	R. Bn	End. Reg.
ADIANTHACEAE	<i>Pityrogramma</i> sp	Link	
APHLOIACEAE	<i>Aphloia theiformis</i>	(M. Vahl) Bennett	Afr. Trop.
APOCYNACEAE	Indet 1	fam. Adans.	
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex mitis</i>		Afr. Trop.
ARALIACEAE	<i>Polyscias ariadnes</i>	Bernardi	End. Reg.
ARALIACEAE	<i>Polyscias ensifolia</i>	Forsters.	
ARALIACEAE	<i>Polyscias multibracteata</i>	(Baker) Harms	End. Mad.
ARALIACEAE	<i>Polyscias ornifolia</i>	(Baker) Harms	End. Reg.
ARALIACEAE	<i>Polyscias tsaratananae</i> .	Forsters.	End. Reg.
ARALIACEAE	<i>Schefflera favargerii</i>	Bernardi	End. Reg.
ARALIACEAE	<i>Schefflera longipedicelatta</i>	Bernardi	End. Mad.
ARALIACEAE	<i>Schefflera myriantha</i>	(Bak). Drake	Afr. Trop.
ARALIACEAE	<i>Schefflera</i> sp1	Forsters.	
ARALIACEAE	<i>Schefflera</i> sp2	Forsters.	
ARECACEAE	<i>Dyopsis heteromorpha</i> .	(Jum) Bent & J. Dranz	End. Mad.
ASPLENIACEAE	<i>Asplenium boiteau</i>	Tardieux	Intr.
ASPLENIACEAE	<i>Asplenium inaequilateralis</i>	Wild	Ame. Sud
ASPLENIACEAE	<i>Asplenium monanthes</i>	L.	Meso & S. Ame.
ASPLENIACEAE	<i>Cyrtonium falcatum</i>	(L. f.) C. Prek	Intr.
ASTERACEAE	<i>Centauroopsis cuspidata</i>	Humb.	End. Loc.
ASTERACEAE	<i>Centauroopsis</i> sp.	Martinov	
ASTERACEAE	<i>Helichrysum leucocladum</i>	Humb.	End. Reg.
ASTERACEAE	<i>Helichrysum madagascariensis</i>	D.C	End. Loc.
ASTERACEAE	<i>Helichrysum mutisiaefolium</i>	H. Humbert	End. Reg.
ASTERACEAE	<i>Helichrysum phylicaeefolium</i>		End. Reg.
ASTERACEAE	<i>Helichrysum retrorsum</i>	D.C	End. Reg.
ASTERACEAE	<i>Helichrysum triplinerve</i>	D.C	End. Reg.
ASTERACEAE	Indet 2		
ASTERACEAE	<i>Senecio curvatus</i>	Bak.	End. Reg.
ASTERACEAE	<i>Senecio faujasioides</i>	Bak. (Lees)	End. Reg.
ASTERACEAE	<i>Senecio hypargyraeus</i>	DC	End. Reg.
ASTERACEAE	<i>Senecio myricaefolius</i>	(Bojer ex DC) Humb.	End. Mad.
ASTERACEAE	<i>Senecio parkeri</i>	Baker	
ASTERACEAE	<i>Senecio petitianus</i>	A. rich	Afr. Equ.
ASTERACEAE	<i>Vernonia alleizettei</i>	Humb.	End. Mad.

III- Ecologie et écophysiologie

ASTERACEAE	<i>Vernonia appendiculata</i>	Schreber	End. Mad.
ASTERACEAE	<i>Vernonia</i> sp.		
BALSAMINACEAE	<i>Impatiens arachnoides</i>		
BEGONIACEAE	<i>Begonia nossibeia</i>	A. D.C	Afr. Trop.
BIGNONIACEAE	<i>Phyllarthron madagacariensis</i>	D.C	End. Mad.
BRASSICACEAE	<i>Cardamine africana</i>	L.	Ame. Sud, Ame
CACTACEAE	<i>Ripsalis</i> sp.	Gaertner	
CAMPANULACEAE	<i>Dialypetalum floribundum</i>	Benth.	End. Mad.
CELASTRACEAE	<i>Brexiella</i> sp.	H. Perrier	
CELASTRACEAE	<i>Hartogiopsis trilobocarpa</i>	(Bak.) H. Perr.	End. Reg.
CLUSIACEAE	<i>Calophyllum drouardii</i>	H. Perr	End. Reg.
CLUSIACEAE	<i>Garcinia chapelieri.</i>	L.	End. Mad.
CLUSIACEAE	<i>Garcinia crassifolia</i>	Jum. & Perr.	End. Mad.
CLUSIACEAE	<i>Garcinia pauciflora</i>	Bak.	End. Mad.
CLUSIACEAE	<i>Garcinia verrucosa .</i>	Bak	End. Loc.
CLUSIACEAE	<i>Indet 3</i>		
CLUSIACEAE	<i>Mammea angustifolia</i>	Planch. & Triana	End. Mad.
CLUSIACEAE	<i>Mammea bongo</i>	L.	End. Mad.
CLUSIACEAE	<i>Mammea</i> sp1		
CLUSIACEAE	<i>Onchocarpus</i> sp1		
CLUSIACEAE	<i>Onchocarpus</i> sp2		
CLUSIACEAE	<i>Onchocarpus tsaratananae</i>		End. Loc.
CLUSIACEAE	<i>Psorospermum cerasifolium</i>	Bak	End. Mad.
CLUSIACEAE	<i>Rhedia calcicola</i>		End. Mad
CLUSIACEAE	<i>Symphonia louvelii</i>	Jum& H. Perr.	
CLUSIACEAE	<i>Symphonia</i> sp.		
CUCURBITACEAE	<i>Peponium</i> sp.		
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia decora</i>	Tul.	End. Mad.
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia eriocarpa</i>	Tul.	End. Mad.
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia hildebrandtii</i>	(Harms)	End. Mad.
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia hildebrandtii var argusta</i>	(Harms)	End. Mad.
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia</i> sp1		
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia stenostachya</i>	Bak in Kew Bull	End. Reg.
CYATHEACEAE	<i>Cyathea dregei</i>		Afr. Trop.
CYPERACEAE	<i>Costularia</i> sp.		
CYPERACEAE	<i>Scleria boivinii</i>	Steudel	Afr. Trop.
DENNSTAETDIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i>	(L.) Kuhn	Afr. Trop.
DICHAPETALACEAE	<i>Dichapetalum chlorinum</i>		Afr. Trop.
DRYOPTERIDACEAE	<i>Rumohra adiantiformis</i>	G (Frost) Ching	N. Amé
EBENACEAE	<i>Diospyros gracilipes</i>	Hiern	End. Mad.
ELAEOCARPACEAE	<i>Elaeocarpus perrieri</i>	Tirel	End. Reg.
ELAEOCARPACEAE	<i>Elaeocarpus alnifolius</i>	Baker	End. Mad.
ELAEOCARPACEAE	<i>Elaeocarpus hildebrandtii</i>	Baill.	End. Mad.
ELAEOCARPACEAE	<i>Elaeocarpus</i> sp1	L.	
ELAEOCARPACEAE	<i>Elaeocarpus</i> sp2		
ELAEOCARPACEAE	<i>Elaeocarpus subserratus</i>	Baker	End. Mad.
ELAEOCARPACEAE	<i>Sloanea rhodantha</i>	(Bak.) Capuron	End. Mad.
ERICACEAE	<i>Erica floribunda</i>	Benth	End. Mad.
ERICACEAE	<i>Erica gracilis</i>	(Benth.) H. Perrier	End. Reg.
ERICACEAE	<i>Erica latifolia</i>	H. Perrier	End. Reg.
ERICACEAE	<i>Vaccinium emirnense</i>	Hook	End. Mad.
ERICACEAE	<i>Vaccinium emirnense variété à feuilles larges</i>		
ERICACEAE	<i>Vaccinium secundiflorum</i>	Hook	End. Mad.

III- Ecologie et écophysiologie

ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum cf ferrugineum</i>	Cav.	End. Mad.
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum firrimum</i>	Baker	End. Mad.
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum gerrardii</i>	Bak.	End. Mad.
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum nitidulum</i>	Bak.	End. Mad.
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum pervillei</i>	Baill.	End. Mad.
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum</i> sp1	P. Browne	
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum</i> sp2		
EUPHORBIACEAE	<i>Antidesma madagascariensis</i>	Lam.	End. Mad.
EUPHORBIACEAE	<i>Bridelia tulasneana</i>	Baill.	End. Mad.
EUPHORBIACEAE	<i>Claoxylon</i> sp.	Adr. Juss.	
EUPHORBIACEAE	<i>Croton aff. nitidulus</i>	L.	
EUPHORBIACEAE	<i>Croton goudotii</i>	Baill.	End. Mad.
EUPHORBIACEAE	<i>Croton myriaster</i>	Baker	End. Reg.
EUPHORBIACEAE	<i>Croton submetalicum</i>	Bak.	End. Reg.
EUPHORBIACEAE	Indet 4		
EUPHORBIACEAE	<i>Lobanilia bakeriana</i>	(Baill.) Radxh. Sn.	End. Mad.
EUPHORBIACEAE	<i>Macaranga ankafinensis</i>	Bak.	End. Reg.
EUPHORBIACEAE	<i>Macaranga botonioides</i>	Baill.	Afr. Trop.
EUPHORBIACEAE	<i>Macaranga cuspidata</i>	Boivin ex Baill.	End. Mad.
EUPHORBIACEAE	<i>Macaranga</i> sp2		
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia nigrescens</i>	Tul	End. Mad.
FLACOURTIACEAE	<i>Ludia scolopioide</i>	Cap. Et Slu	End. Reg.
FLACOURTIACEAE	<i>Scolopia madagascariensis</i>	Sleumer	End. Mad.
FLACOURTIACEAE	<i>Scolopia manongarivae</i>	H. Perr.	
	<i>Pytiograma</i> sp.		
GENTIANACEAE	<i>Anthocleista madagascariensis</i>	Afzel. Ex R. Br.	End. Mad.
GLEICHENIACEAE	<i>Sticherus flagellaris</i>	(Bozy) St John	End. Mad.
HYMENOPHYLLACEAE	<i>Trichomanes cupressoides</i>	Dev.	Afr. Trop.
LAMIACEAE	<i>Achyroserpnum fruticosum</i>	Benth.	End. Mad.
LAMIACEAE	<i>Clerodendrum decaryi</i>	Moidenke	
LAMIACEAE	<i>Clerodendrum</i> sp.		
LAMIACEAE	<i>Plectranthus capuronii</i>	Hedge	End. Reg.
LAMIACEAE	<i>Plectranthus emirnensis</i>	(Bak.) Hedge	End. Mad.
LAMIACEAE	<i>Plectranthus hexaphyllus</i>	Bak.	End. Mad.
LAMIACEAE	<i>Plectranthus</i> sp.	L'Her.	
LAURACEAE	<i>Beilschmiedia oppositifolia</i>	Kost.	End. Mad.
LAURACEAE	<i>Cinnamomum camphora</i>	(L.) Nees & Eberm.	Asie & N. Amé.
LAURACEAE	<i>Cryptocaria cf ocoteifolia</i>	Kost.	End. Loc.
LAURACEAE	<i>Cryptocaria crassifolia</i>	kosterm	End. Reg.
LAURACEAE	<i>Ocotea cymosa</i>	(Nees) Palacky	End. Reg.
LAURACEAE	<i>Ocotea leavis</i>	Kosterm	End. Mad.
LAURACEAE	<i>Ocotea racemosa</i>	(P. Danguy) Kost.	End. Reg.
LILIACEAE	<i>Dianella ensifolia</i>	(L.) DC.	Asie Trop.
SMILACEAE	<i>Smilax kraussiana</i>	Meisn	Afr. Trop.
LOGANIACEAE	<i>Buddleja axillaris</i>	Wild ex. Schull.	Afr. Trop.
LOMARIOPSIDACEAE	<i>Elaphoglossum lepervanchii</i>	(Bory) Moore	End. Mad.
LOMARIOPSIDACEAE	<i>Elaphoglossum</i> sp.		
LORANTHACEAE	<i>Bakerella aff. possonii</i>	(Lecompte) Balle	End. Mad.
LORANTHACEAE	<i>Bakerella ambongensis</i>	S. Balle	End. Loc.
LORANTHACEAE	<i>Bakerella cf. hoyifolia</i>	(Bak.) Balle	End. Mad.
LORANTHACEAE	<i>Bakerella clavata</i>	Tieghem	Afr. Trop.
LYCOPODIACEAE	<i>Huperzia trigona</i>	(C. Chr.) Tardieu	End. Reg.
LYCOPODIACEAE	<i>Lycopodium cernuum</i>	L.	Meso & S. Ame.
MALVACEAE	<i>Dombeya laurifolia</i>	(Bojer) Baill.	End. Mad.

III- Ecologie et écophysiole

MALVACEAE	<i>Dombeya lucida</i>	Baill.	End. Mad.
MALVACEAE	<i>Dombeya lucida var lucida</i>	H Baillon	End. Mad.
MELASTOMATACEAE	<i>Dichaetanthera hirsta</i>	H. Perr.	End. Loc.
MELASTOMATACEAE	<i>Dichaetanthera lutescens</i>	H. Perr	
MELASTOMATACEAE	<i>Dichaetanthera sp1</i>	Endl.	
MELASTOMATACEAE	<i>Dichaetanthera sp2</i>		
MELASTOMATACEAE	<i>Dichaetanthera tsaratananensis</i>	Jum & H. Perr.	End. Loc.
MELASTOMATACEAE	<i>Dichaetanthera bifida</i>	Jum & H. Perr	End. Loc.
MELASTOMATACEAE	<i>Dionycha sp.</i>		
MELASTOMATACEAE	<i>Medinilla papillosa</i>	Baker	End. Reg.
MELASTOMATACEAE	<i>Medinilla parvifolia</i>	Baker	End. Reg.
MELASTOMATACEAE	<i>Medinilla ericarum</i>	Baker	End. Reg.
MELIACEAE	<i>Turraea leroyana</i>	Cheek	End. Reg.
MELIACEAE	<i>Turraea sp.</i>		
MONIMIACEAE	<i>Tambourissa baronii</i>	Drake in grandidieri	End. Reg.
MONIMIACEAE	<i>Tambourissa purpurea</i>	(Tul) A.D.C	USA
MORACEAE	<i>Ficus bojeri</i>	Bak.	End. Reg.
MORACEAE	<i>Ficus politoria</i>	Lam.	End. Mad.
MORACEAE	<i>Ficus reflexa</i>		
MYRSINACEAE	<i>Embelia concinna</i>	(Bak.)	End. Mad.
MYRSINACEAE	<i>Embelia obovata</i>	A. DC	End. Loc.
MYRSINACEAE	<i>Oncostemum aff. umbellatum</i>	(Bak.) Mez.	End. Reg.
MYRSINACEAE	<i>Oncostemum bojerianum</i>	A. DC.	End. Mad.
MYRSINACEAE	<i>Oncostemum commersonium</i>	Ad. Juss.	End. Mad.
MYRSINACEAE	<i>Oncostemum laevigatum</i>		
MYRSINACEAE	<i>Oncostemum leprozum</i>	Mez	End. Mad.
MYRSINACEAE	<i>Oncostemum palmiforme</i>	H. Perr.	End. Mad.
MYRSINACEAE	<i>Oncostemum sp1</i>		
MYRSINACEAE	<i>Oncostemum subcuspidatum</i>	H. Perr	End. Reg.
MYRTACEAE	<i>Eugenia bernieri</i>	Baill ex Drake	End. Reg.
MYRTACEAE	<i>Eugenia cuneifolia</i>	Baker	
MYRTACEAE	<i>Eugenia emirnense</i>	Baker	End. Reg.
MYRTACEAE	<i>Eugenia sp1</i>		
MYRTACEAE	<i>Eugenia viguieriana</i>	H. Perr.	End. Loc.
MYRTACEAE	<i>Eugenia sp2</i>		
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnensis</i>	Bak.	End. Reg.
OCHNACEAE	<i>Campylospermum anceps</i>	(Bak.) h. Perr.	End. Mad.
OLACACEAE	<i>Olox sp.</i>		
OLEACEAE	<i>Noronhia boivinii</i>	Dubard	End. Mad.
OLEACEAE	<i>Noronhia emerginata</i>	(Lamrk) Thouars	Ame. Trop.
OLEACEAE	<i>Noronhia sp.</i>		
ORCHIDACEAE	<i>Aeranthos sp</i>	Lindley	
ORCHIDACEAE	<i>Angreacum sp</i>		
ORCHIDACEAE	<i>Bulbophyllum baronii</i>	Ridl.	End. Mad.
ORCHIDACEAE	<i>Bulbophyllum reflexiflorum</i>	H. Perr	End. Loc.
ORCHIDACEAE	<i>Bulbophyllum ventriosum.</i>	Ridl.	
ORCHIDACEAE	<i>Gastrochylus pulchellus</i>	(Wight) Schltr.	Intr.
ORCHIDACEAE	<i>Grammangis</i>	H. G. Reichb.	
ORCHIDACEAE	<i>Jumellea fragrans</i>	Sch. Ltr.	Afr. Trop
ORCHIDACEAE	<i>Jumellea sp.</i>	Schltr.	
ORCHIDACEAE	<i>Phaius sp.</i>	Lindley	
PANDANACEAE	<i>Pandanus alpestris</i>	Martelli	End. Reg.
PANDANACEAE	<i>Pandanus sp1</i>		
PASSIFLORACEAE	<i>Adenia sp.</i>	L.	

III- Ecologie et écophysiole

PIPERACEAE	<i>Peperomia</i> sp.		
PIPERACEAE	<i>Piper capense</i>	L. f.	Afr. Trop.
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum humbertii</i>	Cuf	End. Reg.
POACEAE	<i>Arundinaria</i> sp.		
POACEAE	<i>Cephalostachyum</i> sp.	Munro	
POACEAE	Indet 5		
POACEAE	Indet 6	Barnhart	
POACEAE	Indet 7	Barnhart	
POACEAE	<i>Nastus phragmites.</i>		
POACEAE	<i>Olyra latifolia</i>		Ame. Trop.
POACEAE	<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	(Bory ex Wld) Kaulf	Meso & S. Ame.
POACEAE	<i>Poecilostachys</i> sp1	Barnhart	
POACEAE	<i>Poecilostachys</i> sp2	Barnhart	
PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus madagascariensis</i>	Baker	End. Mad.
PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus rostratus</i>	M. Laurent	End. Mad.
PROTEACEAE	<i>Faurea forficuliflora</i>	Munro	Afr. Trop.
RHAMNACEAE	<i>Colubrina articulata</i>	(Cap.) Figueiredo	End. Reg.
RHAMNACEAE	<i>Colubrina</i> sp1	Rich. ex Brongn.	
RUBIACEAE	<i>Albertya minor</i>	Baill.	End. Reg.
RUBIACEAE	<i>Anthospermum madagascariense</i>		End. Mad.
RUBIACEAE	<i>Breonia</i> sp.		
RUBIACEAE	<i>Breonia stipula</i>	Havil	End. Mad.
RUBIACEAE	<i>Canthium humbertianum</i>	Cavaco	End. Mad.
RUBIACEAE	<i>Canthium micranthum</i>	Cavaco	End. Reg.
RUBIACEAE	<i>Chassalia bojeri</i>	Bojer	End. Mad.
RUBIACEAE	<i>Chassalia bojeri</i> Brem. Var <i>bojeri</i>	Bojer	End. Mad.
RUBIACEAE	<i>Chassalia ternifolia</i>	(Bak.) Brem.	End. Mad.
RUBIACEAE	<i>Coptosperma bernierianum</i>		
RUBIACEAE	<i>Danais fragrans</i>	(Comm. ex Lam.) Pers	End. Mad.
RUBIACEAE	<i>Gaertnera macrobotris</i>		
RUBIACEAE	<i>Gaertnera macrostipulata</i>	Baker	End. Mad.
RUBIACEAE	<i>Gaertnera obovata</i>	Baker	End. Mad.
RUBIACEAE	<i>Gallienia sclerophylla</i>	Dubard & Dop.	End. Reg.
RUBIACEAE	<i>Gallienia</i> sp.		
RUBIACEAE	<i>Mapouria apoda</i>	Brem.	End. Mad.
RUBIACEAE	<i>Mapouria magnifolia</i>	Brem.	
RUBIACEAE	<i>Mapouria pyrrotricha</i>	Brem.	End. Reg.
RUBIACEAE	<i>Morinda cf umbellata.</i>	L.	Asie
RUBIACEAE	<i>Pauridiantha paucinervis</i>	(Hiern) Bremek	Afr. Trop.
RUBIACEAE	<i>Psychotria coursii.</i>	Bremek	End. Mad.
RUBIACEAE	<i>Pyrostria bibracteta.</i>	(Bak.) Cavaco	
RUBIACEAE	<i>Saldinia</i> sp1		
RUBIACEAE	<i>Saldinia</i> sp2		
RUBIACEAE	<i>Saldinia</i> sp3		
RUBIACEAE	<i>Schismatoclada aurantiaca</i>	Mamolle	End. Loc.
RUBIACEAE	<i>Schismatoclada psychotrioides</i>	Baker	End. Reg.
RUBIACEAE	<i>Tarenna bernieriana</i>	(Baill.) Com. Ined.	End. Mad.
RUBIACEAE	<i>Tricalysia</i> sp1	A. Rich. ex DC.	
RUBIACEAE	<i>Tricalysia</i> sp2	A. Rich. ex DC.	
RUTACEAE	<i>Melicope densiflora</i>	Merr.	
RUTACEAE	<i>Melicope sambiranensis</i>	(H. Perr) T. G. Hart.	End. Reg.
RUTACEAE	<i>Vepris dicarpella</i>	H. Perr.	End. Reg.
RUTACEAE	<i>Vepris louveli</i>	H.Perr.	End. Reg.

III- Ecologie et écophysiologie

RUTACEAE	<i>Vepris polymorpha</i>	(Danguy ex Lecomte)H. Bn.	End. Reg.
SALICACEAE	<i>Casearia tulasneana</i>	(Baill)Warb.	End. Reg.
SANTALACEAE	<i>Thesium leandrianum</i>	Cav. & Keraudren	End. Reg.
SAPINDACEAE	<i>Allophylus</i> sp.		
SAPINDACEAE	Indet 8	A. L. Juss.	
SAPINDACEAE	<i>Macphersonia chapelieri</i>	(Baillon)R.Cap	End. Reg.
SAPINDACEAE	<i>Macphersonia gracilis</i>	O.Hffm	End. Mad.
SAPINDACEAE	<i>Tina chapelieriana</i>	Kalkman	
SAPINDACEAE	<i>Tina</i> sp.		
SAPINDACEAE	<i>Tina striata</i>		End. Mad.
SAPINDACEAE	<i>Tina striata</i> subsp <i>striata</i>	Roem.&Schult	End. Mad.
SAPINDACEAE	<i>Tinopsis</i> sp.		
SCROPHULARIACEAE	<i>Halleria ligustrifolia</i>	Bak.	End. Mad.
SQUIZEACEAE	Indet 9		
TILIACEAE	<i>Grewia aff. cuneifolia</i>	Juu.	End. Mad.
TILIACEAE	<i>Grewia amplifolia</i>	H. Bn.	Afr. Trop.
VISCACEAE	<i>Viscum coursii</i>	S. Balle	Afr. sud
VISCACEAE	<i>Viscum obovatum</i>	Harv.	Afr. Sud.
VISCACEAE	<i>Viscum trachycarpum. Var. laevibaccatum</i>	Bak.	Afr. Trop.
VISCACEAE	<i>Viscum tsaratananensis</i>		End. Loc.

Afr. Trop. : Afrique tropicale
 Amé. Trop. : Amérique tropicale
 Afr. Sud : Afrique du Sud
 End. Loc. : Endémique locale
 Afr. Equa. : Afrique équatoriale
 End. Mad. : Endémique de Madagascar
 End. Reg. : Endémique régionale
 Méso. Amé : Méso Américain
 S. Amé : Amérique du Sud
 Intr. Introduite
 N. Amé. : Amérique du Nord
 Asie trop. : Asie tropical
 Indet. : Indéterminée

ETUDE ECOLOGIQUE ET EVALUATION DE L'ETAT DE STOCK DE *Pachypodium brevicaule* Baker et *Pachypodium densiflorum* Baker SUR LE MASSIF DE L'IBITY

Fanny Patricka RAKOTOARIVELO, Bakolimalala RAKOUTH

B.P.906. Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des sciences, Université
d'Antananarivo

RESUME

Pachypodium brevicaule et *Pachypodium densiflorum*, espèces endémiques malgaches, sont très appréciées au niveau international et présentent d'importants intérêts dans les domaines écologiques, écotouristique et commerciale à Madagascar. Ces deux espèces sont à la fois inscrites dans la catégorie Vulnérable (Vu) de la liste IUCN des espèces menacées et dans l'annexe II de la CITES. Sur le massif de l'Ibity, ces deux espèces sont présentes et leurs populations y sont soumises à de fortes pressions.

En effet, la combinaison de la conservation avec la commercialisation n'est pas facile à gérer, c'est pourquoi une étude basée sur l'écologie et l'état de stock des deux espèces, suivie d'une approche économique a été nécessaire afin de contribuer à la pérennisation des ressources naturelles concernées.

Mots clés : *Pachypodium*, écologie, état de stock, exportation, pressions, conservation, commercialisation.

1. INTRODUCTION

Parmi les Apocynaceae du massif de l'Ibity, *Pachypodium brevicaule* et *Pachypodium densiflorum* sont encore relativement abondantes et s'adaptent bien aux conditions du milieu. Seulement, avec les perturbations auxquelles elles sont soumises, comme le feu et les exploitations, leur développement et croissance deviennent de plus en plus menacés. *Pachypodium brevicaule* et *Pachypodium densiflorum* sont, avec leur allure de baobab nain et leurs attrayantes fleurs jaunes très singulières, très connues comme plantes ornementales. Ainsi, elles sont victimes d'une surexploitation à l'état sauvage. Car même si ces deux espèces sont déjà inscrites dans l'annexe II de la CITES et dans la liste rouge UICN, des cueillettes illicites sont encore constatées sur le massif.

Le présent travail a été réalisé afin de comprendre l'évolution de la population, de conserver et de gérer de façon durable les deux espèces. Par conséquent, elle a pour objectif :

- de connaître la répartition de l'espèce sur le massif;
- de fournir des données sur l'état de stock des deux espèces de *Pachypodium* sur le massif de l'Ibity ;

- d'évaluer le statut de conservation de chaque espèce étudiée ;
- de proposer un quota d'exploitation.
-

2. MILIEU D'ETUDE

Le massif de l'Ibity se trouve dans une zone marquée par de vaste affleurement quartzitique correspondant au Précambrien supérieur. C'est l'une des régions à dominance élevée des roches quartziques à Madagascar.

Le climat est du type subhumide marqué par 4 mois de saison sèche et fraîche et 8 mois de saison chaude et humide, selon la courbe ombrothermique de GAUSSEN.

La végétation climacique de cette région est représentée par la forêt dense sclérophylle à *Uapaca bojeri* (Euphorbiaceae) et à *Sarcolaena* (Sarcolaenaceae). Selon Faramalala, elle appartient à la zone écofloristique occidentale de moyenne altitude.

La population est dominée par les Merina et Betsileo dont les principales activités sont l'élevage, l'agriculture et l'exploitation des pierres semi-précieuses.

Depuis l'année 2004, le massif de l'Ibity a été proposé parmi les zones prioritaires en matière de conservation de la biodiversité. Sur une surface de 45km², ces sites comprendront tous les fragments de forêts, tous les restes de bois de Tapia sur quartzites, toutes les savanes arbustives sur quartzites, toutes les espèces d'animaux et de plantes importantes et les paysages les plus spectaculaires.

DESCRIPTION DES ESPECES ETUDIEES

Le genre *Pachypodium* appartient à la famille des Apocynaceae, la description des deux espèces étudiées a été tirée de la systématique approfondie effectuée par Rapanarivo (1999).

- *Pachypodium brevicaule* Baker

Noms vernaculaires : tsimondrimondry, kimondromondro

Plante naine à tronc tubéforme, enfoncée dans les fissures des rochers ou dans le sol sableux ; la taille de *Pachypodium brevicaule* peut atteindre 8 cm de hauteur et 10 à 40 cm de diamètre. L'inflorescence porte 1 à 7 fleurs jaunes, portée par un pédoncule de 0,5-7 cm de longueur. La floraison commence au mois de Juin et se termine en Octobre suivie de la fructification en mois d'Août jusqu'à Novembre. Les fruits sont des capsules, portant jusqu'à plus de 50 graines.

- *Pachypodium densiflorum* Baker

Noms vernaculaires : somo, somy, somoy, vontaka, salotra.

Sous-arbrisseau de 10 à 50 cm de hauteur à tronc tubé­riforme, lisse, portant des rameaux épineux. Les inflorescences portent 1 à 10 fleurs jaunes, tomenteuses, avec un long pédoncule. La floraison s'effectue au mois de Juillet à Août suivie de la fructification en Août jusqu'à Novembre. Les fruits sont des capsules, portant jusqu'à plus de 50 graines.

3. METHODES D'ETUDE

Avant la descente sur le terrain, une collecte de données de base a été nécessaire. Ainsi, nous avons commencé tous les travaux par des études bibliographiques, des enquêtes sur la répartition, l'utilisation et l'exploitation des deux espèces au niveau de la population riveraine et des prospections préliminaires afin de pouvoir bien cerner le sujet d'étude.

Sur le terrain, nous avons choisi 2 sites et dans chacun d'eux, 40 placettes de 5 x 5 m (Boshard et Mermod, 1996) réparties au hasard sur tous les versants de la montagne ainsi que dans tous les microhabitats rencontrés ont été établis. Pour chaque placette, nous avons dénombré les individus ciblés et pris en compte toutes les conditions écologiques du milieu. Ainsi, la fréquence des deux espèces à chaque variation des différents facteurs écologiques a été calculée, suivant le degré d'artificialisation et le type de formations végétales, l'altitude, l'exposition ainsi que la nature et la texture des substrats. Leur taux de régénération a aussi été déterminé à partir de la formule de Rothe (1964).

Par ailleurs, la dynamique des populations a été définie à partir du mode de répartition et de la distribution des deux espèces.

Après l'évaluation des risques d'extinction, nous avons effectué une brève étude de la filière vente et exportation des deux espèces conduisant à la proposition de leur quota de collecte.

4. RESULTATS ET INTERPRETATION

Dans les sites d'études choisies Kiboy et Vohipisaka, les principales formations végétales que nous avons rencontrées sont : forêt sclé­rophyllé à *Uapaca bojeri*, savane arbustive, savane herbeuse et formation rupicole. Dans ces types de formations, *P. brevicaule* et *P. densiflorum* ont été présentes, mais avec des fréquences différentes.

4.1. Fréquence des deux espèces suivant les différents facteurs écologiques

P. brevicaule est répartie sur tous les versants du massif, elle apparaît à partir de 1450m d'altitude et disparaît au-dessus de 2000m, sa fréquence est 100% entre 1800m et 2000m d'altitude. A la différence des individus rencontrés sur les affleurements rocheux et dans les savanes, ceux qui poussent sous les forêts de Tapia sont très rares, avec une fréquence de 20%.

Pourtant ils ont une allure bien développée, c'est-à-dire avec un feuillage dense, ramifications bien distinctes et écorce lisse. Les individus rencontrés dans les endroits exposés à de forte insolation, comme ceux rencontrés sur les pentes exposées au Nord, Nord-Est et Est, ont une allure rabougrie et une fréquence de présence supérieure à 60%.

Par contre, avec 64,44% de fréquence, les individus de *P. densiflorum* sont uniquement rencontrés entre 1400 et 1600 m d'altitude. En plus de leur abondance sur les grands rochers à pH acide, l'exposition vers le Sud est aussi favorable à leur développement, d'où la fréquence de leur distribution atteignant 57,14%.

Toutefois, la plupart des *P. brevicaule* et *P. densiflorum* peuvent supporter les pressions sur le milieu comme les feux et les piétinements.

4.2. La régénération naturelle

La régénération est très mauvaise chez les deux espèces car le nombre de semenciers est largement supérieur à celui des régénérés. Chez *P. brevicaule* le taux de régénération est de 49,15% à Kiboy et de 29,24% à Vohipisaka. Ce faible taux de régénération à Vohipisaka témoigne de la rareté de l'espèce dans cette zone, qui est attribuée à l'altitude (variant de 1400 m à 1600 m). Contrairement, le taux de régénération de *P. densiflorum* est de 33,66% à Vohipisaka et nulle à Kiboy. L'absence des régénérés est due à la collecte sélective de petites plantes pour le commerce sur les marchés locaux et internationaux.

4.3. Caractéristiques des populations

Le mode de répartition de *P. brevicaule* et *P. densiflorum* se fait de façon contagieuse ou en agrégat, c'est-à-dire que les individus se répartissent en plusieurs groupements. Cela a été démontré à partir de la valeur de la variance, qui est de 64,34 pour *P. brevicaule* et de 35,52 pour *P. densiflorum*. Par ailleurs, *P. brevicaule* est la plus abondante car sa densité moyenne est estimée à 4490 individus/ha, alors que celle de *P. densiflorum* est de 1290 individus / ha. Au total, sur 0,362 km² de surface d'occupation, la zone d'étude recèle plus de 25 000 individus de *P. brevicaule* repartis dans 3 sous-populations et à environ 10 000 individus de *P. densiflorum*, sur 0,2 km², repartis dans 2 sous-populations. La faible densité de ce dernier est surtout due à l'absence fréquente de l'espèce.

Quant à leur distribution, les deux espèces étudiées se rencontrent uniquement sur les hauts plateaux, où les altitudes dépassent le 1200 m. L'aire d'occurrence de *P. densiflorum* est large mais très fragmentée car cette espèce est rencontrée depuis Maevatanana jusqu'à Zazafotsy et sa population est divisée en 14 sous-populations géographiquement éloignées. Par contre, *P. brevicaule* ne se rencontre que dans les environs d'Antananarivo, allant jusqu'à

Andramasina et Ambatofinandrahana. Les individus de cette espèce sont repartis en 9 sous-populations.

Pour ce qui est du statut de conservation, nous proposons selon les critères UICN suivantes, B1b ii, iii et B2b iv pour *P. brevicaule* et A1a, d et B2a pour *P. densiflorum* ont démontrés que les deux espèces étudiées appartiennent encore à la catégorie de menace vulnérable (Tableau 1).

Tableau 1 : Critères de menace et catégories proposées

Critères de menaces	<i>P. brevicaule</i>	<i>P. densiflorum</i>
Densité moyenne (ind /ha)	4490	1290
Abondance numérique dans la zone d'étude	> 25 000	>10 000
Aire d'occurrence (km ²)	1784.41	49437.53
Aire d'occupation (km ²)	1001.88	1700.18
Nombre de sous population	9	14
Nombre de localité	6	12
Catégories selon UICN	VU (B1a et B1b iii)	VU (GSPM) (A1ac)
Catégories de menaces proposées	VU (B1b ii, iii et B2b iv)	VU (A1ad et B2a)

4.4. Exportation annuelle

Si en 2002, l'exportation de ces deux espèces a connu des difficultés à cause de la crise qu'a vécue le pays, après cette année le nombre de demandes sur le marché international n'a cessé d'augmenter (figure2). Surtout pour *P. densiflorum*, dont le nombre d'individus exportés augmente chaque année, c'est-à-dire que depuis 2002 (3 individus exportés) jusqu'à 2005 (1698 individus exportés) le nombre de demandes n'a jamais baissé. Ce qui n'est pas le cas pour *P. brevicaule*, car le nombre de demandes concernant cette espèce a connu une légère baisse en 2005 (1331 individus exportés) par rapport à l'année 2004 (1879 individus exportés).

La baisse globale constatée dans l'exportation des plantes succulentes ou même de toutes les espèces CITES en 2005 est surtout due au

renforcement du système de contrôle établi, afin d'assurer la gestion durable des ressources naturelles.

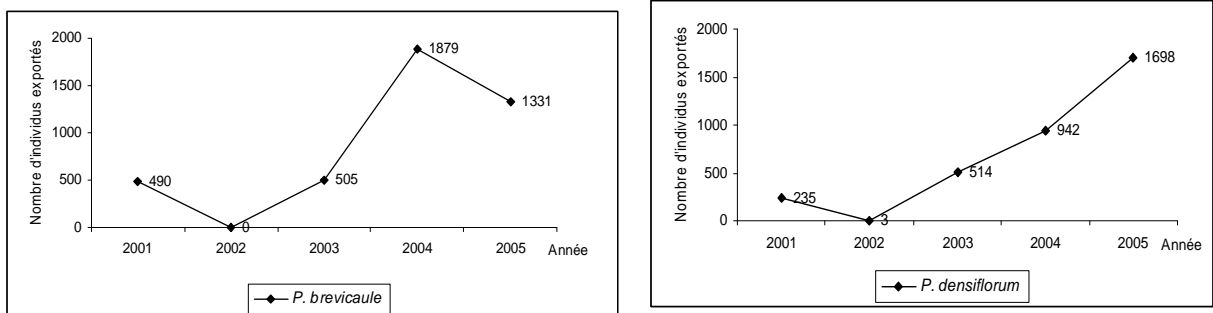


Figure 1 : Exportation annuelle de *P. brevicaule* et *P. densiflorum*

4. 5. Seuil de prélèvement ou quota de collecte

Jusqu'ici, les informations réunies sur *P. brevicaule* et *P. densiflorum* ne permettent pas de fixer leur quota de collecte parce que si des systèmes de surveillance adéquate ne sont pas encore établis et que le niveau total de prélèvements n'a pas été étudié, aucun quota ne peut être fixé (DGEF, 2004). Ce niveau total de prélèvements doit tenir compte des prélèvements pour le commerce international, prélèvements pour le commerce national, prélèvements pour les recherches, prélèvements illicites et mortalité de l'espèce. Pourtant, il est difficile d'estimer le nombre de collecteurs et vendeurs locaux oeuvrant dans le domaine à cause du manque de renforcement du système de surveillance établi.

Toutefois, nous proposons la solution suivante : **exiger la multiplication ex-situ.**

Même les ramasseurs locaux devront effectuer des multiplications ex-situ sur quelques lopins de terre, étant donnée que les espèces ciblées ne sont pas si difficiles à cultiver et que certaines conditions du milieu sont déjà en place (climat et nature du substrat). De cette façon, ils n'auront plus à cueillir les plantes dans leurs habitats naturels.

Ainsi le nombre d'individus collectés à l'état sauvage pourra être limité, au maximum, à 50 par collecteur (locaux ou exportateurs) et par an. Parmi ces individus, il ne devrait pas y avoir de jeunes plantes et d'adultes âgés, afin d'assurer la relève des nouvelles générations futures. Seuls les individus subadultes porte-graines, qui pourront servir de plantes mères, devront être cueillis. De plus, une saison de collecte devra être mise en place afin de ne pas perturber le cycle biologique des espèces ciblées, c'est-à-dire pendant la période végétative de la plante, entre Mars et Mai.

5. DISCUSSION

Evaluation de l'état de stock des deux espèces étudiées

➤ Selon Rapanarivo (1999), *P. brevicaule* se rencontre entre 1300 et 1900 m d'altitude. Actuellement sur le massif, cette dernière n'apparaît qu'à partir de 1450m d'altitude et disparaît petit à petit jusqu'à 2000m. De plus, d'après les guides locaux (comm. pers.), cette espèce autrefois colonisait presque 70% de la surface de son habitat naturel. Pourtant actuellement ce n'est plus le cas, leur disparition a laissé place à une grande étendue de formation herbeuse. En outre, nous avons évalué que le nombre total d'individus mâtures de cette espèce, sur le massif, est d'environ 25 000. Pour une espèce de petite taille, vivant en agrégat, cette valeur est encore faible.

Même au niveau de son aire d'occupation, il y aurait une forte diminution car d'après Razafindratsira (comm. pers.), cette espèce aurait existé dans la région de Miarinarivo Itasy et où la sous population a complètement disparu.

➤ *P. densiflorum* se rencontre sur la partie Nord-Ouest du massif de l'Ibity (Rapanarivo, 1999). Or, d'après ce que nous avons pu constater, cette espèce n'existe plus que sur la partie Sud du massif. Toutefois, une exception a beaucoup attiré notre attention, car sur la partie Nord Est du massif nous avons trouvé un seul individu adulte en floraison mais qui après deux jours avait perdu toutes ses fleurs à cause du vent et de la pluie. La présence de cet individu sur ce lieu est difficile à expliquer, pourtant deux cas sont possibles : soit qu'il y avait dans cette zone beaucoup d'individus de cette espèce et qu'actuellement ils ont disparu suite à la surexploitation du milieu, soit cet individu s'est installé là et essaie de se multiplier mais vu les conditions défavorables du milieu, il n'a pas la possibilité de se régénérer.

Par ailleurs, nous avons rencontré d'autres individus de *P. densiflorum* dans la partie de Vohipsisaka et d'Ambero, à partir de 1400m et jusqu'à 1600m d'altitude. Au total, le nombre d'individus des sous populations de l'Ibity serait aux environs de 10 000. C'est un effectif faible comparé au 0,2 km² de surface d'occupation de l'espèce dans le site d'étude.

Impacts des diverses pressions sur le développement des deux espèces étudiées

➤ Impact du feu

Des modifications induites par le feu ont été évoquées dans les travaux effectués dernièrement par Rasoafaranivo (2005), qui effectuait ses travaux de recherche juste après le feu, c'est-à-dire en 2004. Les résultats de ses recherches ont montré que le passage du feu sur le massif a provoqué des changements structuraux et fonctionnels, comme la floraison précoce chez *P. brevicaule*.

Par contre un an après, lors de nos travaux sur terrain, nous avons remarqué que la période de floraison de cette espèce est revenue à la normale, c'est-à-dire du mois de Juin à Octobre. Néanmoins, juste après le feu, la capacité de germination et le taux de survie des jeunes individus étaient très faibles. Pourtant la saison d'après, une amélioration au niveau du taux de régénération a été constatée. Les résultats ainsi obtenus nous ont montré que *P. brevicaule* a une assez forte capacité de reconstitution et que les effets néfastes du feu peuvent disparaître au cours du temps.

Cette faible capacité de germination due au passage du feu a aussi été constatée chez *P. densiflorum*. La rareté de cette espèce est aussi causée par ses difficultés à fructifier, car ses longues pédicelles favorisent la chute précoce des fleurs qui n'ont même pas été pollinisées, surtout lors du passage d'un vent trop fort, ce qui est souvent le cas sur le massif.

Par ailleurs, le feu a également entraîné la mort de quelques individus matures souffrant d'insuffisance hydrique.

➤ Impact du pâturage, du piétinement et d'autres formes d'agressivité

Les blessures causées par le piétinement des hommes et des zébus peuvent entraîner la mort chez *P. brevicaule* (Rasoafaranivo, 2005). Cette hypothèse se vérifie suivant le degré de la blessure, car si l'espèce n'est touchée qu'au niveau de son écorce, laissant la partie interne à découvert, la plante a encore une bonne capacité de se cicatriser. Dans le cas contraire, cet individu n'aurait plus la chance de survivre.

A la différence de *P. brevicaule*, *P. densiflorum* est une espèce très robuste, résistant à toute forme d'agressivité telle que le piétinement et les coups de bêche. Malgré tout, il est évident que les deux espèces n'ont jamais toléré la collecte abusive car leur taux de régénération est trop faible.

➤ Impact des collectes abusives

A part les effets négatifs directs recensés sur l'exploitation illicite de ces deux espèces, sur la diminution de la taille de leur population et leur disparition massive, le déséquilibre dans leurs écosystèmes est entre autre l'une des conséquences désastreuses de la collecte abusive. Car en plus de la disparition et la mort de nombreuses autres espèces lors des collectes, l'érosion au niveau de la structure du sol, qui est favorisée par les trous creusés lors de l'enlèvement de la plante, est aussi constatée.

INTERDICTION D'EXPLOITATION : Elle semble favoriser la surexploitation illicite (Cas du massif de l'Ibity)

Depuis 5 ans, le massif de l'Ibity est soumis à un système de gestion locale interdisant la collecte des ressources naturelles vivantes telles que les plantes et les animaux, sauf en cas d'une recherche scientifique.

Toutefois, les règlements établis n'ont pas empêché certains collecteurs à continuer la cueillette illégalement. L'attitude de ces collecteurs illégaux favorise la destruction massive de l'habitat naturel et la perte considérable des espèces ciblées comme dans le cas de *P. brevicaule* et *P. densiflorum*. Car dans la crainte d'être intercepté par les responsables, ils effectuent la descente pendant la nuit ou encore très tôt dans la matinée. Ainsi, la collecte se fait le plus rapidement possible et le seul objectif est de collecter un nombre maximum de plantes. De ces faits, les plantes ne sont pas souvent bien prélevées et d'autres espèces associées meurent.

CONCLUSION

Les sous populations de *P. brevicaule* et de *P. densiflorum* rencontrées sur le massif sont menacés. La rareté des régénérés par rapport aux individus matures nous amène à conclure qu'après le feu, les conditions écologiques du milieu sont devenues défavorables au développement des jeunes individus, d'autant plus que la surface de leurs habitats préférentiels a relativement diminué. C'est aussi l'impact des collectes abusives.

Ainsi, l'évaluation des risques d'extinction de chaque espèce à partir de ces informations ont montré que *P. brevicaule* et *P. densiflorum* appartiennent à la catégorie de menace Vulnérable (Vu) de l'UICN et que des mesures de protection pour les deux populations concernées sont nécessaires.

Toutefois, la filière *P. brevicaule* et *P. densiflorum* peut être bénéfique au pays tout entier si les règlements établis sont suivis et respectés, car une bonne gestion de ces ressources conduit à leur meilleure conservation, d'où l'établissement du seuil de prélèvement pour les deux espèces.

REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier le Département de Biologie et Ecologie Végétale et la Société Soafiavy car sans leur collaboration ce travail de recherche n'a pas été conduit jusqu'à son terme. Un grand merci à Mme RAKOUTH Bakolimalala pour ses précieux conseils et son encadrement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bosshard, A. et Mermod, J., 1996.** Réserve Nationale Intégrale Andringitra, plateau d'Andohariana : Description floristique et écologique, mise en valeur, recommandations pour la conservation et l'aménagement. Rapport de Mission, WWF Madagascar.
- DGEF, 2004.** Plan d'action pour la réforme du commerce des espèces sauvages à Madagascar et la fixation des quotas. Rapport non publié.
- Rapanarivo, S.H.J.V., 1999.** - Taxonomic revision of *Pachypodium* (APOCYNACEA). Balkema, Rotterdam and Brookfield, 120p.

Rasoafaranaivo, M.H., 2005. Evaluation des impacts du feu sur la biologie de quelques espèces végétales du massif de l'Ibity ANTSIRABE. Mémoire de D.E.A. en Ecologie Végétale, Département de Biologie et Ecologie Végétales, Université d'Antananarivo.

Rothe, P.L., 1964. Régénération en forêt tropicale. Le Dipterocarpus drey (Dau) sur le versant Cambridgien du Golfe de Siam. Bois et forêts de tropiques, pp. 386-397.

ETUDE FLORISTIQUE DE LA FORET PRIMAIRE D'AMBALAMANAKANA, AMBOSITRA

Zo Lalaina RAZAFIARISON

B.P. 906. Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences. Université
d'Antananarivo

RESUME

La région d'Ambalamananakana (Ambositra) est située à une altitude entre 1670m et 1820m. Le relief est accidenté et compartimenté, caractérisé par une succession de collines et d'étroites vallées. Sur les 11 placeaux de 20 x 5m qu'on a inventorié. La richesse spécifique est en moyenne de 15 espèces à l'are. Toutefois, on a noté la fréquence de 6 familles : Rubiaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Flacourtiaceae, Araliaceae et Myrsinaceae. On a trouvé aussi les genres *Tambourissa* (Monimiaceae) et *Weinmania* (Cunoniaceae) taxons caractéristiques de la zone de moyenne altitude et les genres *Oncostemon* (Myrsinaceae) et *Dombeya* (Sterculiaceae), des Bryophytes et des bambous caractéristiques de la zone d'altitude. La densité des arbres (diamètre supérieure ou égal à 5cm) est de 3290 tiges à l'hectare. Le taux d'endémicité des espèces est de 75%. Le climat, très humide pendant toute l'année, joue un rôle écologique important sur la flore. On a trouvé une flore riche. La composition et la répartition de la flore primaire de la région d'Ambalamananakana permet de dire que la forêt originelle est liée au climat d'altitude dans le domaine du centre sur le versant oriental.

Mots-clés : flore, altitude, montagne, Ambalamananakana

1. INTRODUCTION

Les forêts des hauts plateaux malagasy ne sont pas épargnées des phénomènes dévastateurs de l'homme. La croissance démographique trop rapide entraînant une augmentation des besoins en terre cultivable et des besoins en bois divers, ainsi que la pauvreté des zones rurales sont les causes majeures de ces pressions. Les dégâts causés par ces phénomènes sont si importants que les forêts des hauts plateaux sont menacées de disparition. C'est dans ce contexte qu'on a réalisé cette étude, en collaboration avec le Département de Biologie et Ecologie Végétales, et la participation des techniciens du centre de recherche FOFIFA Ambatobe.

L'objectif est d'établir des bases de données scientifiques fiables sur la forêt d'Ambalamananakana afin d'enrichir les connaissances sur les formations forestières des hauts plateaux de Madagascar, et aussi de planifier un projet de développement économique de la région basé sur l'exploitation des ressources naturelles.

2. MILIEU D'ETUDE

Ambalamanakana est un ancien Firaisana de la région Amoron'i Mania. Le village borde la route nationale n° 7 reliant Antananarivo et Fianarantsoa, à 289 km d'Antananarivo. La forêt d'Ambalamanakana s'étend à l'Est et au Sud du village d'Ambalamanakana. Elle se trouve à une altitude entre 1670 m et 1820 m, et se situe entre la latitude 20°40 et 20°48.

Le relief est accidenté et compartimenté, caractérisé par une succession de collines (entre 1720 m et 1825 m d'altitude) et d'étroites vallées (1600 m d'altitude). Le socle cristallin d'âge précambrien est formé des roches magmatiques faiblement métamorphisées et comportent des couches épaisses de quartzites, micaschistes, schistes, et des cipolins. Les sols sont ferrallitiques typiques, rouges en phase érodée. Sous la forêt, les feuilles sèches et les nombreuses racines superficielles créent en surface un horizon humifère peu épais de 10 cm environ. Des rivières, affluents de la Mania et de la Matsiatra, de direction Est-Ouest composent le système hydrographique de la région.

Le climat de la région est encore sous l'influence des vents d'Alizés. C'est un climat tropical d'altitude relativement frais et humide avec une pluviométrie annuelle de 1290 mm par an. On a quatre mois secs, du mois de Mai jusqu'au mois d'Août, mais ces mois ne sont pas vraiment secs car des pluies fines tombent presque sans arrêt durant la journée. La précipitation pendant la saison sèche est de 788 mm. L'indice xéothermique est de 54 jours. La température moyenne annuelle est de 17,1°C avec une moyenne de température des mois le plus frais de 13,8°C et la moyenne des maxima de 22°C. L'humidité atmosphérique moyenne est de 89%, 75% respectivement à 7h et 17h (Service Météorologique d'Ampan­drianomby, 1994).

On rencontre différentes formations végétales dans la région : les forêts denses primaires, les forêts de reboisement d'*Eucalyptus sp.* et de *Pinus sp.*, la végétation des cimes rocheuses et des éboulis rocailleux perdus au milieu d'une savane graminéenne, et la végétation de prairie qui couvre la majeure partie du territoire.

La forêt primaire d'Ambalamanakana est administrativement classée en deux catégories : la forêt classée d'Ankazomivady formée par plusieurs lambeaux des forêts primaires, d'une superficie de 2203 hectares, et les forêts non classées (les forêts d'Igaga et de Maintikibo) d'une superficie de 80 hectares.

3. METHODES D'ETUDE

Un inventaire floristique a été réalisé. On a parcouru la station forestière en suivant les pistes existantes, et systématiquement identifié les plantes. Des placeaux ont été tracés dans les forêts pour l'étude floristique et structurale. L'emplacement des placeaux a été choisi selon les critères suivants : proximité de l'axe principal ou des sentiers d'accès, formation remarquable et homogène,

et possibilité d'aménagement en zones à vocation touristique. Chaque plateau a une dimension de 5 m de large sur 20 m de long. Onze plateaux ont été étudiés dans le cadre de cette étude. Les plantes, de diamètre supérieur ou égal à 5 cm, ont recensées et identifiées. Les plantes non identifiées sur place ont été conservées sous forme d'herbiers et identifiées au service botanique du FOFIFA à l'aide des herbiers de référence. Les résultats suivants sont attendus de cette étude : la liste floristique, l'abondance numérique, la densité des arbres, et le taux d'endémicité.

4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

La forêt primaire d'Ambalamanakana est riche en espèces arborescentes (diamètre supérieur ou égal à 5 cm) peu élevée. Elle possède 44 familles groupant 126 espèces réparties dans 100 genres. La richesse spécifique aréale est en moyenne de 15 espèces à l'are. C'est une flore très hétérogène : aucune famille ni espèce est dominante. Toutefois on a noté la fréquence de 6 familles couvrant 43 genres et 56 espèces. Les genres les plus fréquents sont : *Psychotria*, *Trycalisia*, *Tarenna* parmi les Rubiaceae ; *Drypètes* parmi le Euphorbiaceae, *Ravensara* parmi les Lauraceae et *Scolopia* parmi les Flacourtiaceae. Les familles les mieux représentées, exprimées en pourcentage d'individus qu'elles contiennent sont : Flacourtiaceae (12,9%), Araliaceae (9,6%), Myrsinaceae (9,11%). La densité est de 3290 tiges (diamètre sup. ou égal à 5 cm) à l'hectare. Le fort taux d'endémicité (75% des espèces) marque l'ancienneté de la flore.

Les mousses et les lichens sont aussi très développés. Les troncs d'arbres et les branches sont enveloppés de manchon de mousses d'où émergent des lichens épiphytes pendant en chevelures grisâtres ou blanchâtres (*Usnea sp*), des petites fougères et des orchidées (*Bulbophyllum sp*, *Angraecum sp*). La strate herbacée est surtout caractérisée par des Acanthaceae suffrutescentes, des graminées sciaphiles, des Labiatae, des petites fougères, des orchidées terrestres et des champignons.

Les données collectées dans les 11 plateaux sont récapitulées dans le tableau 1 en annexe.

Outre les pluies, les précipitations occultes (rosée, brouillards) très fréquentes le soir jusqu'à 9h le matin, notamment en saison fraîche, jouent un rôle écologique important sur la flore et la végétation. Cette situation revient au rôle prépondérant de l'orographie dans le climat (Donque, 1974). Ce sont des pluies orographiques dues à l'escarpement d'Angavo qui favorisent la condensation par l'ascendance des masses d'aires humides. Ces fortes précipitations, alliées à l'absence de mois physiologiquement secs, expliquent l'exubérance de la flore, l'abondance des épiphytes, des mousses et lichens, champignons et l'absence de repos végétatif (faible défeuillaison). Les

températures sont suffisamment élevées (17°C de moyenne annuelle) mais fraîches pendant l'hiver (10°C à 13°C) rapprochent plus la région des zones de moyenne altitude que les zones de hautes montagnes. Ces nuances thermiques expliquent la floraison située surtout en Septembre-Octobre où la chaleur estivale commence à se faire sentir alors que les précipitations diminuent. L'abondance des espèces d'ombres dans la forêt est expliquée par la faiblesse de la lumière tamisée par les brouillards et les différentes strates végétales.

Le relief de la région a des effets sur la flore: effet de crête et influence de l'exposition. L'effet de crête joue un rôle dans la répartition de la flore forestière sur un versant ; les espèces sont moins nombreuses sur le haut du versant à cause des vents et de la luminosité, qui sont plus importants. Les espèces d'altitudes héliophiles, les bryophytes et les espèces laticifères abondent sur ces endroits. Les pentes fortes du versant favorisent les migrations latérales des éléments fins et le ruissellement. Il en résulte une accumulation des matières organiques dans le sol du bas versant. La flore y est plus riche.

On a constaté une légère pauvreté floristique sur le versant Est (versant exposé aux vents d'Alizé « Adret »), mais cette différence est très relative car on n'a inventorié que les arbres de diamètre supérieur ou égal à 5 cm, et aussi la superficie inventoriée est trop restreinte.

5. CONCLUSION

La forêt d'Ambalamanakana est une formation ligneuse peu élevée où les phanerophytes prédominent. Du point de vue floristique, nous avons compté 126 espèces d'arbre (diamètre sup. ou égale à 5 cm), mais cette flore est hétérogène et marque la transition de la flore de moyenne altitude vers la zone de montagne sur le versant oriental de Madagascar. On peut y trouver les genres *Tambourissa* (Monimiaceae) et *Weinmannia* (Cunoniaceae) taxons caractéristiques de la zone moyenne altitude (série à mousses et à sous bois herbacé) et les genres *Oncostemon* (Myrsinaceae) et *Dombeya* (Sterculiaceae), des Lauraceae, des Bryophytes et des bambous caractéristiques de la zone d'altitude (Sylve à Lichens). Cette forêt présente une homogénéité apparente dans sa composition floristique et ses caractères écologiques. Toutefois, notre travail révèle une certaine différence suivant la position topographique et l'exposition des forêts. Ainsi, la forêt originelle de la région d'Ambalamanakana est liée au climat d'altitude dans le domaine du centre.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Donque, G., 1974. Contribution Géographique à l'étude du Climat de Madagascar. Nouvelle Imprimerie des Arts Graphiques, 1975.

Humbert, H., Cours, D. G., 1965. Notice de la Carte de Madagascar. Carte Internationale du Tapis Végétal et des Conditions Climatiques à 1/1 000 000. CNRS et ORSTOM.

Perrier De La Bathie, H., 1939. Biogeographie des Plantes de Madagascar. Société Edition Géographique Maritime et Colon. Paris.

Razafindranilana N., 1989. Analyse d'une Entreprise Forestiere du point de vue de l'Amenagement des Forêts. Cas de Complexe Industriel du Bois d'Andasibe. Mémoire DEA, SBA, Ecologie Végétale, EESS, Université d'Antananarivo.

Rollet, B., 1969. Etudes Quantitatives d'une Forêt Dense Humide Sempervirente de Plaine de la Guyane Vénézuélienne – Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Toulouse.

Rollet, B., 1979. Architecture des Forêts denses Humides Sempervirentes de Plaine. Centre Technique Forestier Tropical, France.

ANNEXE

Tableau 1. Récapitulation des données sur les placeaux

N° Placeau	Localisation	Altitude	Position topographique	Exposition	Nombre d'individu (§>=5cm)	Nombre d'especes (§>=5cm)	Densité (§>=5cm)
1	Igaga	1730m	mi pente	Est	40	15	0,40 ind/m ²
2	Maintikibo	1725m	sommet	Sommet	27	15	0,27 ind/m ²
3	Maintikibo	1700m	mi pente	Ouest	33	15	0,33 ind/m ²
4	Antanetilava	1680m	sommet	Sommet	31	10	0,31 ind/m ²
5	Andoharanomainty	1775m	haut pente	Sud	25	11	0,25 ind/m ²
6	Ambovonana	1750m	mi pente	Nord	32	13	0,32 ind/m ²
7	Vohidahy	1700m	mi pente	Est	31	11	0,31 ind/m ²
8	Vohidahy	1725m	haut pente	Nord	32	13	0,32 ind/m ²
9	Anindranala	1650m	bas pente	Nord	39	21	0,39 ind/m ²
10	Tsirimbohitra	1625m	mi pente	Sud	34	18	0,34 ind/m ²
11	Ilaimena	1750m	bas pente	Sud	38	20	0,38 ind/m ²

Tableau 2. Liste des taxons floristiques recensés de la forêt primaire d'Ambalamanakana

FAMILLES	GENRES	ESPECES	NOMS VERNACULAIRES
ACANTHACEAE	<i>Brillantaisia</i>	<i>madagascariensis</i> T. Anders	Velatra
AMARANTHACEAE	<i>Strobilantes</i>	sp.	Laingomena
ANACARDIACEAE	<i>Protorhus</i>	<i>Thouventii</i> H.Leconte	Tsiramiramy
	<i>Rhus</i>	sp.	Kofokorana
APOCYNACEAE	<i>Carissa</i>	<i>edulis</i> Pichon	Fantsibala
	<i>Craspidospermum</i>	<i>verticillatum</i>	Tarantana
	<i>Landolphia</i>	sp.	Vahimena
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex</i>	<i>mitis</i> Radlkofer	
ARALIACEAE	<i>Shefflera</i>	<i>monophylla</i> Baker Bern	Takasinala
	<i>Cussonia</i>	<i>vantsilana</i> Bak	Vantsilana
	<i>Polyscias</i>	<i>ornifolia</i> Harms	Tokefaka
ASCLEPIADACEAE	<i>Asclepias</i>	<i>grandiflora</i> R.	Lombiro
BIGNONIACEAE	<i>Phyllarthron</i>	<i>madagascariensis</i> Schumann	Zandilana/Tohiravina
CELASTRACEAE	<i>Brexiella</i>	<i>ilicifolia</i> H.Perrier	Rangy
	<i>Gymnosporia</i>	<i>leptopus</i> Baker	Fatsipotsy
COMMELINACEAE	<i>Commelina</i>	<i>madagascariensis</i>	Tsimatikovonoina
ASTERACEAE	<i>Bidens</i>	<i>pilosa</i> L.	Tsipolitra
	<i>Brachylaena</i>	<i>ramiflora</i> Humbert	Hazotokana
	<i>Vernonia</i>	<i>appendiculata</i> Less	Ambiaty
	<i>Vernonia</i>	<i>garnieriana</i> Klatt	Kandamaitso
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia</i>	<i>eriocarpa</i> Tul	Lalona
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i>	sp.	
ELAEOCARPACEAE	<i>Elaeocarpus</i>	<i>suberratus</i> Baker	Sana
	<i>Sloanea</i>	<i>rodantha</i> Baker	Vanana
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylon</i>	<i>nitidulum</i>	Menahihy
	<i>Erythroxylon</i>	sp.	Voakolahy
EUPHORBIACEAE	<i>Croton</i>	<i>myciaster</i>	Hazomavo
	<i>Croton</i>	<i>regeneocotrix</i>	Mongofasina
	<i>Croton</i>	<i>tiglum</i> L.	Sily
	<i>Croton</i>	sp.	lazalaza
	<i>Drypetes</i>	<i>thouarsii</i>	Fanjavala
	<i>Macaranga</i>	<i>myriolepidea</i> Bak.	Mokaranana
	<i>Macaranga</i>	<i>echinocarpa</i>	Mokaranana
	<i>Phyllanthus</i>	<i>fiscoloridus</i> Müll Arg	Tentona
	<i>Phyllanthus</i>	sp.	Andriambafohy
	<i>Schismatoclada</i>	sp.	
FLACOURTIACEAE	<i>Suregada</i>	sp.	Fanjavala
	<i>Aphloia</i>	<i>Theaeformis</i> Nennett	Fandramanana
	<i>Homalium</i>	<i>Parkeri</i> Baker	Hazombato
	<i>Homalium</i>	<i>Planiflorum</i> Baillon	Hazombato
	<i>Homalim</i>	sp.	Hazomafaitra
CLUSIACEAE	<i>Scolopia</i>	<i>Inappendiculata</i> Perrier	Tokambahatra
	<i>Symphonia</i>	<i>clusoides</i>	Kimbafotsy

HAMAMELIDACEAE	<i>Dicoryphe</i>	<i>viticoïdes</i>	Hafotrankora
	<i>Dicoryphe</i>	<i>sp.</i>	
HYPERICACEAE	<i>Psorospermum</i>	<i>fanerana Bak</i>	Fanerana
LAURACEAE	<i>Ocotea</i>	<i>racemosa</i>	Varongy
	<i>Potameia</i>	<i>thouarsiana Baillon R. Cap</i>	Tavaratra
	<i>Ravensara</i>	<i>ovalifolia Duguay</i>	Molaliambo
	<i>Ravensara</i>	<i>sp.</i>	Vandrika
	<i>Ravensara</i>	<i>sp.</i>	Ompa
LEGUMINOSEAE	<i>Acacia</i>	<i>fanersiana Willd</i>	Roimainty
	<i>Mimosa</i>	<i>myriocephala Bak.</i>	Odiota
	<i>Cassia</i>	<i>sp.</i>	Voakorontsana
LILIACEAE	<i>Asparagus</i>	<i>simulans Baker</i>	Odiota
	<i>Dracaena</i>	<i>reflexa Lamk</i>	Hasina/Tavolo
LOGANIACEAE	<i>Anthocleista</i>	<i>rhizophoroides Bak.</i>	Lendemy
	<i>Strychnos</i>	<i>spinosa Lamk</i>	Vakakoana
LORANTHACEAE	<i>Bakerella</i>	<i>microcuspis</i>	Velonamboninamany
	<i>Viscum</i>	<i>multifolium</i>	Dongavelona
	<i>Viscum</i>	<i>decaryi</i>	Rambotsoavaly
MELASTOMACEAE	<i>Memecylon</i>	<i>bakeranum Cogn</i>	Tomenjana
MONIMIACEAE	<i>Decaryopsis</i>	<i>sp.</i>	Tsitsihina
	<i>Tambourissa</i>	<i>parvifolia Baker</i>	Amboralahy
MORACEAE	<i>Ficus</i>	<i>baroni Bak.</i>	Nonondahy
	<i>Ficus</i>	<i>pyrifolia</i>	Nonoka
	<i>Ficus</i>	<i>soroceoides</i>	Ampaly
	<i>Ficus</i>	<i>tiliaefolia Bak.</i>	Voara
	<i>Pachytrophe</i>	<i>obovata</i>	Kivozo
MYRSINACEAE	<i>Maesa</i>	<i>lanceolata Forst</i>	Voarafy
	<i>Oncostemon</i>	<i>sp.</i>	Hazontoho
MYRTACEAE	<i>Eugenia</i>	<i>cyclophylla</i>	Rotra
	<i>Syzigium</i>	<i>imernensis</i>	Voatrotroka
	<i>Syzigium</i>	<i>sp.</i>	Rotra
OLEACEAE	<i>Jasminum</i>	<i>kitchingii</i>	
ORCHIDACEAE	<i>Acampe</i>	<i>pachyglossa</i>	
	<i>Angraecum</i>	<i>danguyanum</i>	
	<i>Bulbophyllum</i>	<i>occultum</i>	
	<i>Calanthe</i>	<i>candida</i>	
	<i>Cynorchis</i>	<i>purpurea</i>	
	<i>Habenaria</i>	<i>quartzicolo</i>	
	<i>Oeonia</i>	<i>onciduflora Kranzl</i>	
OXALIDACEAE	<i>Oxalis</i>	<i>corniculata L.</i>	Kodiadiamborona
PANDANACEAE	<i>Pandanus</i>	<i>concretus Bak.</i>	Vakoana
PITTIOSPORACEAE	<i>Pittosporum</i>	<i>verticillatum Boj.</i>	Maimbovitsika
	<i>Pittosporum</i>	<i>ochrasiaefolum</i>	Fantsifotsy
PROTEACEAE	<i>Faurea</i>	<i>forficuliflora</i>	Finga
RHIZOPHORACEAE	<i>Cassipourea</i>	<i>gummiflua Tul.</i>	Hazomalama
ROSACEAE	<i>Rubus</i>	<i>apetalus Poirer</i>	Voarohitsaka
RUBIACEAE	<i>Alberta</i>	<i>minor</i>	Tambahay

	<i>Breonia</i>	<i>madagascariensis</i> A.	Molompangady
	<i>Canthium</i>	<i>medium</i> A.Rich	Pitsikahitra
	<i>Canthium</i>	<i>sp.</i>	Malanimanta
	<i>Canthium</i>	<i>sp.</i>	Kafeala
	<i>Danaïs</i>	<i>sp.</i>	Bongotany
	<i>Enterospermum</i>	<i>humbloti</i>	Molompangady
	<i>Hymenodycton</i>	<i>sp.</i>	Beholitse
	<i>Mussaenda</i>	<i>vestita</i> Bak.	Fatora
	<i>Mantalanina</i>	<i>sp.</i>	Taolanana
	<i>Pauridiantha</i>	<i>lyalii</i>	Tamirova
	<i>Psychotria</i>	<i>sp.</i>	Ravimboanjo
	<i>Schismatoclada</i>	<i>sp.</i>	Tsikafekafe
	<i>Tarenna</i>	<i>alleizetti</i>	Voakalambana
	<i>Trycalisia</i>	<i>sp.</i>	
RUTACEAE	<i>Teclea</i>	<i>punctata</i> Verdorn	Afatraina
	<i>Vepris</i>	<i>nitida</i>	Ampody
	<i>Zantoxylon</i>	<i>thouvenitii</i>	Hazomiarotena
SAPINDACEAE	<i>Tina</i>	<i>striata</i> Radlkoferi	Ramaindafa
	<i>Stadmania</i>	<i>acuminata</i> Cop.	Taolambitro
SCROPHULARIACEAE	<i>Halleria</i>	<i>tetragona</i>	Lambohenjana
SIMILACACEAE	<i>Similax</i>	<i>kraussiana</i> Meissn	Avetro
STERCULIACEAE	<i>Dombeya</i>	<i>laurifolia</i> Baillon	Hafotramena
	<i>Dombeya</i>	<i>platanifolia</i> Bak.	Mongo
	<i>Rulingia</i>	<i>madagascariensis</i>	
TILIACEAE	<i>Grewia</i>	<i>thouvenotii</i>	Sely
	<i>Grewia</i>	<i>sp.</i>	Hafompotsy
	<i>Sparmannia</i>	<i>discolor</i> Bak	Hafontsokina
URTICACEAE	<i>Urera</i>	<i>acuminata</i> Gaudich	Voarafy
	<i>Vaccinum</i>	<i>sp.</i>	Hazomboavokoka
VERBENACEAE	<i>Clerodendron</i>	<i>aucubifolium</i> Hemsley	Betoerana/Atamba
	<i>Clerodendron</i>	<i>revolutum</i> Bosser	Atamba

ETUDES ECOLOGIQUES DE QUATRE ESPECES ENDEMIQUES ET MENACEES DE *Dalbergia* DANS LA PARTIE ORIENTALE DU CORRIDOR RANOMAFANA ANDRINGITRA.

Hary Zo RAMAMONJY, Edmond ROGER, Charlotte RAJERARISON

BP. 906. Département de Biologie et écologie Végétales Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.

RESUME

Les quatre espèces de *Dalbergia* de la famille des Fabaceae mentionnées dans cette étude sont endémiques des forêts denses humides sempervirentes du corridor Ranomafana – Andringitra.

Leurs importances écologiques et économiques nécessitent une action de conservation. Pour ce faire, l'écologie, la distribution, l'utilisation ainsi que les menaces sur l'habitat des quatre espèces cibles ont été analysées pour évaluer leurs risques d'extinction et pour les classer dans les catégories de menaces selon UICN (2001). Les résultats ont montré que les quatre espèces de *Dalbergia* colonisent aussi bien des forêts primaires que des forêts secondaires. Elles ont chacune très utilisées par la population riveraine. L'évaluation de leurs statuts écologiques qui en découle a montré que *Dalbergia chapelieri*, *Dalbergia orientalis* sont placées dans la catégorie En danger (EN) *Dalbergia baronii*, *Dalbergia monticola* sont Vulnérables (VU).

Des mesures de conservation ont été proposées pour préserver la forêt et pour assurer la pérennité des espèces notamment les espèces étudiées.

Mots clés : *Dalbergia orientalis* - *Dalbergia baronii* - *Dalbergia chapelieri* - *Dalbergia monticola* - Corridor Ranomafana -Andringitra- bioécologie- biogéographie- conservation - flore menacée

1. INTRODUCTION

Madagascar est connu par ses richesses en biodiversité et sa flore unique. Cette biodiversité fait état de 12000 espèces végétales dont le taux d'endémicité spécifique est de 81 % (Ramamonjisoa, 2000), réparties dans 210 familles, soit la moitié du nombre des Familles des Plantes dans le monde (Schatz, 2000). Sur les 4220 espèces d'arbres et de grands buissons, 96% sont endémiques (Schatz, 2000).

C'est un pays qualifié de pays à « hotspot » c'est à dire ayant une importance en diversité biologique mais celle-ci est menacée par diverses formes de pressions surtout par des actions anthropiques; plusieurs espèces d'arbres autochtones à valeur économiques sont menacées de disparition. Les quatre espèces de *Dalbergia* ciblées dans cette étude figurent parmi ces grands arbres.

Les diverses formes de pressions sont soit la pratique de *Tavy*, et/ou feux de végétation soit des exploitations de bois pour subvenir aux besoins de la population riveraine.

La zone d'étude est le corridor Ranomafana- Andringitra. Elle fait partie des zones prioritaires pour la conservation à cause de l'importance de sa biodiversité, et des pressions élevées autour des zones périphériques des Aires Protégées et de son rôle important vis-à-vis des Aires Protégées.

Pour maintenir les écosystèmes et la biodiversité sur une surface plus importante qu'une Aire Protégée et pour assurer la disponibilité des ressources vitales pour la population locale, l'objectif de cette étude est de fournir des informations scientifiques sur ces espèces afin de connaître l'état de la biodiversité et de ralentir leur perte dans le corridor en vue de proposer un plan de conservation.

2. MILIEU D'ETUDE

Le corridor Ranomafana Andringitra présente le dernier vestige d'une vaste forêt naturelle qui se trouvait autrefois le long de l'escarpement longitudinal qui sépare la côte Est des Hautes Terres de Madagascar (Andriamahazo et al., 2004). Il est situé à l'Est de la province de Fianarantsoa, entre 21° et 22° de latitude sud et entre 47°3' et 45°8' de longitude Est. Cette bande de forêt d'une superficie de 9000km² et d'une largeur de 180 km (blanc pamard et al., 2005) relie trois Aires protégées : le Parc National de Ranomafana, le Parc National de l'Andringitra et la Réserve spéciale du Pic d'Ivohibe.

3. MATERIELS ET METHODES

3.1. Matériels d'études

Les espèces étudiées appartiennent à la famille des Fabaceae, aux sous familles de Papilionoideae. Les descriptions des quatre espèces de *Dalbergia* sont de Du Puy et al. (2002).

Dalbergia baronii Baker

Nom vernaculaire : Voamboana (all Est)

Grand arbre monoïque, de 20-25m de haut, caduc. Ecorce blanchâtre et craquelée ; à rameaux glabres de couleur marron noirâtre. Feuilles composées imparipennées, caduques, de 3-7,5 cm de long, composées de 19-25 folioles, alternes. Folioles elliptiques ou oblongues, de 5-17(20) x 2,5-8(11)mm ; cordiformes à la base et arrondies à l'apex. Petiolule de 0,7-1mm de long. Inflorescences axillaires. Fleur hermaphrodite. Fruit de 4-5cm de long, oboval à oblong. Graines subréniformes, marron rougeâtre.

Dalbergia monticola J. Bosser & R. Rabev

Noms vernaculaires : voamboana, voambontsovoka (Tanala, Betsileo)

Arbre monoïque, de grande taille, de 20m de haut, caduc. Ecorce grisâtre, à rameaux glabres. Feuilles composées imparipennées, de 3-12 cm de long avec 20-30 folioles alternes. Petiole et rachis pubescents. Folioles oblongues, arrondies à la base et légèrement arrondies à l'apex. Inflorescences terminales ou axillaires. Fleur hermaphrodite, de 5-6mm de long, de couleur blanche. Fruit elliptique à oblong avec 1,2 ou 3 graines de dimension variable suivant le nombre des graines. Graine subréiforme de 8-9x 4,5-5mm de long, marron rougeâtre

Dalbergia chapelieri Baill.

Noms vernaculaires : hitsika, sovoka, voamboana (tanala)

Arbrisseau de 4-5 m à un arbre de taille moyenne atteignant 12-15m de haut, monoïque. Ecorce brunâtre à grisâtre. Feuille composées imparipennées, de 10-20cm de long avec 7-19 folioles, alternes. Pétioles et rachis glabres. Folioles elliptiques ou obovales, de très variable dimension, coriaces. Pétiolules glabres ou pubescentes ; de 1,5-4 mm de long. Inflorescences terminales ou axillaires, en panicules, de 5-10cm de long. Fleurs hermaphrodites, de 5-12mm de long, de couleur blanche. Fruit elliptique à oblong, aiguë ou arrondi à l'apex avec 1,2 ou 3 graines, glabre. Graine de longueur variable présentant un péricarpe coriace.

Dalbergia orientalis J. Bosser & R. Rabev

Nom vernaculaire : Voamboana (all Est)

Arbre monoïque, de moyenne à grande taille, à rameaux grisâtres et glabres. Ecorce grisâtre. Feuilles composées imparipennées, de 4-12 cm de long, avec 9-17 folioles alternes. Folioles elliptiques à oblongues ; coriaces, aiguës à la base et arrondies à l'apex. Pétiolules de 1-3mm de long, pubescentes.

Inflorescence axillaires, en panicules, de 3-7cm de long, plus courtes que les feuilles. Fleurs hermaphrodites, blanches crémeuse, de 5-6,5mm de long. Fruit oblong, à apex arrondi, avec 1 ou 2 graines. Graine ovale, marron.

3.2. METHODES D'ETUDE

Plusieurs méthodes ont été utilisées pour mener à bien ce travail. Le but est

D'enrichir les informations sur l'écologie des espèces cibles afin d'en proposer des mesures de conservation.

► Pour l'étude de **la distribution**, deux étapes ont été effectuées :

- l'élaboration de la carte de distribution montrant l'estimation de la répartition géographique des espèces sur un fond de carte de Madagascar,
- l'analyse de cette carte de distribution. Ces 2 étapes ont été faites grâce au logiciel Map info 6.0 du SIG.

La Prédiction du futur déclin permet l'estimation de la possibilité de la réduction continue des individus matures d'une espèce dans l'avenir. Elle est estimée par la formule de Schatz (2000).

$$F d (\%) = \frac{n T - n AP}{n T} \times 100$$

Fd : Prédiction du futur déclin

n AP : nombre de sous populations dans les Aires Protégées (AP)

n T : nombre de sous population total

n T - n AP : nombre de sous populations hors AP

► La méthode utilisée pour l'étude de l'**abondance numérique** des quatre espèces de *Dalbergia* est le plot d'abondance de Gounot (1969). L'abondance est un critère qui permet de classer les espèces cibles dans la catégorie de menace de l'UICN (2000). Elle est donnée par la formule de Schatz (2000) :

$$A = S \times d$$

A : abondance spécifique

S : aire où la sous population a été étudié

d : densité spécifique dans le site d'étude

► Pour l'étude de la **régénération naturelle**, les observations suivantes ont été réalisées: la phénologie, la dispersion des graines, la pollinisation et l'étude du potentiel de régénération. Les paramètres considérés pour évaluer les potentiels de régénération de chaque espèce est le taux de régénération. Le taux de régénération (TR) est le pourcentage des individus de régénération par rapport au nombre des individus semenciers. Il est obtenu par la formule de ROTHE (1964) suivante :

$$TR (\%) = \frac{\text{Nombre d'individus régénérés}}{\text{Nombre d'individu semenciers}} \times 100$$

A partir de la valeur du taux de régénération, suivant l'échelle de Rothe (1964) :

- Si le TR est de 0 % à 99 % l'espèce a une difficulté de régénération.

- Si le TR est de 100 % à 999 % l'espèce présente une régénération moyenne.
- Si le TR est supérieur à 1000 % l'espèce a un potentiel de régénération élevé.
-

► **L'utilisation et les menaces** qui pèsent sur les espèces étudiées sont estimées par observations sur terrain compilées par les résultats des enquêtes. Tous les résultats obtenus pour chaque espèce sont confrontés aux critères UICN (2001) pour faire ressortir son statut de conservation.

4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Les résultats montrent la distribution, l'abondance, la régénération naturelle, les utilisations de chaque espèce et les menaces qui pèsent sur elle afin de donner son statut écologique selon UICN (2001)

4.-1 –Distribution des espèces

Le tableau 1 résume les informations sur la distribution de chaque espèce d'après la base de données Tropicos et nos investigations, ainsi que les analyses de ces informations. L'analyse de la carte de distribution met en évidence l'aire d'occupation, l'aire d'occurrence, la présence de sous populations dans les aires protégées et la prédiction du futur déclin.

Tableau 1 : Caractéristiques de la distribution des espèces étudiées

FDHBA : Forêt dense humide de basse altitude,

Caractéristiques de la distribution	<i>Dalbergia</i>			
	<i>baronii</i>	<i>monticola</i>	<i>chapelieri</i>	<i>orientalis</i>
Répartitions biogéographiques	Entre Sambava et nord de Farafangana	Antalaha jusqu'au Fort Carnot et dans les plateaux centrales. Massif de Manongarivo. Sambirano	De la région de Maroantsetra et Baie d'Antongil au nord jusqu'à Tolagnaro au sud	Entre Soanierana Ivongo et Tolagnaro, région de Fort Carnot
Altitude	0 à 600m	250-1660m	<1000m	100-1200m
Subdivisions phytogéographiques : HUMBERT (1965)	Domaine de l'Est	Domaine de l'Est et du Centre	Domaine de l'Est et du Sambirano	Domaine de l'Est
Habitats	FDHBA	FDHMA	FDHS sur les vallées humides et les crêtes	FDHS
Sous populations totales	16	9	9	5
Sous population à l'intérieur de AP	8	2	4	0
Sous population à l'extérieur des AP	8	7	5	5
Futur déclin (%)	50	77	55	100
Aire d'occurrence (Km ²)	175192,33	54567,61	82629,23	9322,44
Aire d'occupation (Km ²)	20915,34	14532,8	7787,83	2299,63

FDHMA : Forêt dense humide de moyenne altitude, FDHS : Forêt dense humide sempervirente.

4.1-2 –Abondance numérique

Tableau 2 : Densité et l'abondance des quatre espèces dans chaque site d'étude.

Espèces	Nombre de sous populations visitées	Densité moyenne Ind / ha	Abondance totale estimée pour les sites d'étude numérique
<i>Dalbergia baronii</i>	1/16	320	32
<i>Dalbergia chapelieri</i>	1/9	150	15
<i>Dalbergia monticola</i>	1/9	320	32
<i>Dalbergia orientalis</i>	1/5	160	112

D'après ce tableau, les quatre espèces sont classées en deux catégories :

◆ Une population à moins de 250 individus matures. C'est le cas de : *Dalbergia chapelieri* (15 individus dans une surface étudiée) *Dalbergia orientalis* (160),. La pression anthropique comme l'exploitation et les coupes illicites de ces espèces sont les causes majeures de cette faible abondance. La pratique du « Tavy » entraîne la diminution de la surface habitable pour les espèces, entraînant aussi la disparition des espèces. Quand à *Dalbergia monticola*, la faible abondance (32 individus matures) est due à la rareté des individus à Dhp supérieur ou égal à 10cm dans sa surface d'étude.

◆ Une population à [250-2500]individus matures. C'est le cas de *Dalbergia baronii* avec 256 individus dans une surface étudiée.

4.1-3 Régénération naturelle

Le taux de régénération de chaque espèce étudiée a été résumé dans le tableau 3.

Ces valeurs ont été obtenues après l'application de la formule de Rothe (1964) sur les effectifs des semenciers et des régénérants de chaque espèce durant les travaux sur terrain. Ces valeurs peuvent varier durant l'année en fonction de la période d'observation et de la période de germination des espèces mais dans cette étude, elles seront considérées comme des valeurs moyennes pour l'évaluation des risques d'extinction de chaque espèce.

Tableau 3 : Taux de régénération des espèces étudiées.

Espèces	Localités		Classes de diamètre (cm)									TR (%)
			<1cm	[1-5[cm	[5-10[cm	[10-15[cm	[15-20[cm	[20-25[cm	[25-30[cm	[30-35[cm	>30cm	
<i>Dalbergia baronii</i>	Anjamba	NI	0	0	2	4	7	3	1	1	0	12,5
		FR (%)	5	9	11,11	22,22	38,88	16,66	5,55	5,55	0	
<i>Dalbergia monticola</i>	Vatoharanana	NI	0	1	2	2	3	1	3	1	2	25
		FR (%)	0	6,66	13,33	13,33	20	6,66	20	6,66	13,33	
<i>Dalbergia chapelieri</i>	Ambodibonara	NI	0	10	0	0	0	5	0	0	0	200
		FR (%)	0	6,66	0	0	0	33,33	0	0	0	
<i>Dalbergia orientalis</i>	Beromazava	NI	1	1	4	2	1	1	0	0	0	150
		FR (%)	10	10	40	20	15,5	10	10	2,5	2	
		FR (%)	0	96,49	3,5	2	2,5	4,5	2,3	0	0	

NI : Nombre d'individus de l'espèce cible ; FR (%) : Fréquences des individus par classe de diamètre de chaque espèce cible.

D'après ce tableau, les quatre espèces peuvent être regroupées en 2 catégories :

- Les espèces à taux de régénération faible (TR < 100%) représentées par *Dalbergia baronii* et *Dalbergia monticola* (les valeurs de TR sont respectivement (12,5% et 25%). Pour ce groupe, la régénération est mauvaise. Les deux espèces ont une difficulté de régénération.

- Les espèces à taux de régénération moyen ($100\% < TR < 999\%$) formées par *Dalbergia chapelieri* (TR égal à 200%) et *Dalbergia orientalis* (TR égal à 150)

4.1-4 Utilisations et menaces des espèces cibles

Les résultats sur les utilisations des espèces étudiées ont été obtenus après les enquêtes auprès de la population locale et les recherches bibliographiques. Le tableau 4 résume les utilisations et les principales menaces observées pour chaque espèce.

Tableau 4 : Utilisation des espèces cibles et menaces

Espèces	Localités	Utilisations	Menaces
<i>Dalbergia baronii</i>	Anjamba	Parqueterie, marqueterie	Diminution du nombre des individus matures. (Exploitation illicite, lenteur de la multiplication des plantules) Perte d'habitat - Tav y
<i>Dalbergia monticola</i>	Vatoharanana	Fabrication de meubles et parqueterie	
<i>Dalbergia orientalis</i>	Beromazava	Parqueterie, marqueterie	
<i>Dalbergia chapelieri</i>	Ambodibonara	Fabrication de pirogue, matière de construction	

4. I-5 Evaluation du statut des espèces cibles (Selon UICN, 2001)

Les informations requises pour la catégorisation des risques d'extinction des espèces cibles sont présentées sur le tableau 5. La comparaison de ces informations avec les critères de l'UICN pour l'évaluation des risques d'extinction a permis d'obtenir le statut écologique des espèces de *Dalbergia*.

Tableau 5 : Risques d'extinction des espèces cibles

Espèces	<i>Dalbergia baronii</i>	<i>Dalbergia chapelieri</i>	<i>Dalbergia monticola</i>	<i>Dalbergia orientalis</i>
Abondance	256	15	32	112
Régénération	Mauvaise	Mauvaise	Mauvaise	Mauvaise
Tolérance à la perturbation	Oui	Non	Oui	Oui
Utilisation	Oui	Oui	Oui	Oui
Perte d'habitat	Non	Oui	Non	Oui
ZO (Km ²)	175192,33	54567,61	82629,23	9322,44
AO (Km ²)	20915,34	14532,8	7787,83	2299,63
n SP total	16	9	9	5
nSP dans les AP	8	2	4	0
Prédiction du déclin futur (%)	50	77	55	100
Statuts proposés	VU A1a b e ; C1	EN A1d ; C1	VU A4 ; C1 ; D1.	EN A1d ; C2 a (i)

AO : Aire d'occurrence ; **ZO** : Zone d'occupation ; **nSP** : nombre de sous populations ; **AP** : Aires Protégées

5. DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

5.1. Discussions

Plusieurs méthodes ont été utilisées dans ce travail pour avoir le maximum d'informations répondant aux objectifs de l'étude. Néanmoins, quelques remarques sont à formuler :

► L'estimation de l'abondance nécessite une visite de plusieurs sites de récolte pour plus de précision, mais le temps disponible a limité la visite de plusieurs sites.

► Le SIG est un matériel efficace pour l'élaboration des cartes de distribution des espèces et leur analyse. Cependant, les aires d'occurrence mentionnées pour chaque espèce sont très approximatives. Elles peuvent être plus petites vu la réduction du couvert forestier mais peuvent être plus grandes puisque les fragments de forêt ne figurent pas sur la carte de végétation utilisée pour son estimation.

► Les conséquences des menaces sur les espèces cibles sont très importantes. Le défrichement, la pratique de *Tavy* entraîneront :

- La fragmentation de l'habitat de chaque espèce, pourrait engendrer une extinction locale des espèces avec les conséquences incalculables pour l'économie et l'écologie du corridor Ranomafana - Andringitra.

- L'interruption du flux génétique créant des îlots biologiques. La fragmentation entraîne aussi des effets de lisière qui encourage davantage l'extinction des espèces endémiques forestières et la prolifération des espèces envahissantes.

5.2. Recommandations

Les quatre espèces étudiées paraissent toutes menacées. Elles nécessitent une conservation immédiate. Cette conservation doit être axé sur :

- La conservation *ex situ* pour les espèces à distribution restreinte (cas de *Dalbergia orientalis*,) avec une installation de pépinière sur place afin de créer de nouvelle population avant la réintroduction dans la forêt. Ceci permettra également de partager la responsabilité à la communauté locale pour prendre en main la gestion de ces ressources.

- La surveillance plus poussée des coupes illicites afin de minimiser ou stopper la surexploitation des espèces de *Dalbergia baronii*, *Dalbergia orientalis*, *Dalbergia chapelieri*, *Dalbergia monticola*

6. CONCLUSION

Cette étude a été faite dans le corridor Ranomafana Andringitra L'étude des quatre espèces endémiques et menacées permet d'obtenir les

informations sur leur distribution, leur habitat, leur régénération et leurs menaces.

Ainsi, concernant la distribution des espèces, une d'entre elles est à distribution restreinte, allant d'Ifanadiana à Fort Dauphin, tandis que les trois autres sont à large distribution, allant de Sambirano jusqu'à la partie Sud Est de l'île. Les caractéristiques de l'habitat ont montré que ces espèces sont rencontrées dans la partie orientale de Madagascar.

Concernant la régénération, les quatre espèces de *Dalbergia* ont une faible régénération ; elles sont très recherchées pour la fabrication des meubles, bois de construction.

Les principales menaces touchant les habitats de toutes les espèces sont la pratique de *Tavy*, les feux de brousse et l'exploitation illicite de la forêt pour la recherche de bois.

Ainsi, les menaces qui pèsent sur les espèces sont la perte d'habitat, la diminution du nombre des individus adultes (à dhp >10cm), la diminution du nombre de population.

Après l'évaluation de leur risque d'extinction, *Dalbergia orientalis*, *Dalbergia chapelieri* sont estimées en danger (EN) et *Dalbergia baronii* et *Dalbergia monticola* sont estimées Vulnérable (VU).

Dans le cadre de la conservation et la gestion des ressources génétiques de ces espèces, des actions sont à entreprendre :

- Conserver *in situ* des populations des espèces en s'appuyant sur les mesures de conservation déjà entreprises dans les milieux naturels et plus ou moins dégradés.
- Conserver *ex situ* en complément de l'approche *in situ* pour mieux valoriser les espèces en faisant des actions de reboisement par des espèces autochtones avant leur réintroduction dans les forêts originelles.
- Apporter des alternatives aux défrichements pour subvenir aux besoins de la population locale et pour préserver l'équilibre écologique garant de toute vie sur Terre.

Les résultats de cette étude pourraient servir de base pour la préservation de la forêt du corridor et surtout pour la conservation de la biodiversité en général.

En matière de recherche, d'autres actions sont à envisager dans le futur pour mieux préserver le corridor et mieux gérer les espèces.

- Enrichir la forêt du corridor (Ranomafana-Andringitra) par des espèces autochtones et proposer des travaux de reboisement sur des sols abandonnés par la pratique de *Tavy* pour diminuer la fragmentation de la forêt ;
- Considérer le corridor (Ranomafana-Andringitra) comme zone prioritaire en matière de conservation ;

- Faire des études sur les techniques de multiplication des espèces cibles afin de les vulgariser au niveau des populations riveraines.

Ces informations pourraient être utiles aux décideurs et responsables de la conservation à Madagascar.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre profonde reconnaissance à toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous a aidées à finaliser ce travail :

- Conservation International Madagascar pour l'appui financier ;
- L'Association RENIALA ;
- Le Département de la Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo ;
- Les guides.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andriamahazo, M., Ebene Onana, Y. C., Ibrahima, A., Komena, B.K. & Razafindrandimby, J., 2004.** *Concilier exploitation des ressources naturelles et protection de la forêt. Cas du corridor forestier de Fianarantsoa (Madagascar).* Rapport ICRA / CNRE- IRD - Montpellier. Madagascar.
- **Andriamihaja, M., 2004.** *Etude de faisabilité d'une gestion communautaire des forêts du corridor Ranomafana-Andringitra- Ivohibe de falaise est : cas du village d'Ambalagoavy fokontany d'Antsatrana, commune d'Ikongo province de Fianarantsoa.* Mémoire d'ingénieur, spécialisation Eaux et Forêt- Université d'Antananarivo, ESSA, DEF.
- Blanc-Pamard, C., Rakoto ramiarantsoa, H., & Andriantseheno, D., 2005.** *Fonciers et territoires entre pouvoirs locaux et politiques publiques environnementales. Pratiques, acteurs, enjeux (corridor Betsileo, Madagascar)* GEREM, IRD, CNRE, EHESS, CEAF (centre d'étude africaine) I-COTEM. Université de Poitiers, UR.
- Blanc-Pamard, C., & Ralaivita, M., 2004** *Ambendrana, un territoire d'entre deux. Conversion et Conservation de la forêt à Madagascar. Corridor Betsileo Madagascar.* Rapport GEREM (IRD, CNRE) WM.C - Brown Publishers.
- Conservation International ,2001** *-Les premiers pas de la gestion contractualisée des forêts à Madagascar.* Antananarivo.notice explicative n° 55, ORSTOM – Paris.
- Dajoz, R., 1975-** *Ecologie fondamentale et appliquée.* Précis d'écologie. Gautier Villars - Paris.

- Dransfield, J., & Beentje, H., 1995 -*The Palms of Madagascar*. Royal Botanical Garden, KEW.
- Du Puy, J., & Moat, J. 1996 - *A refined classification of the primary vegetation of Madagascar based on underlying geology using GIS to map its distribution and to assess its conservation status*. In WR. Laurenço (Ed), *Biogéographie de Madagascar*, Edition de l'ORSTOM – Paris.
- Gautier, L., 1994 - *Structure et flore de la forêt sur la pente d'Andranomay*. In Birkinshaw, C. R., Messmer, N., Ralimanana, H., Ranaivojaona, R., Randrianaivo, R. & Ravololonanahary, H., 1998. Recherche pour le développement, MRS-CIDST.
- Golding, J.S., 2002- *Southern Africa Plant Red Data List the World Conservation Union*. SABONET.
- Gounot, M., 1969- *Méthode d'étude quantitative de la végétation*. Masson et Cie - Paris.
- Greig- Smith, P., 1964 - *Quantitative plant ecology*. 2nd ed. Butterwoths - London Great Britain.
- Koechlin, J., Guillaumet, J. C. et Morat, P.- 1974 - *Flore et végétation de Madagascar* J. CRAMER, Vaduz.
- Rothe, P. L., 1964 - *Régénération naturelle en forêt tropicale*. Le *Dipterocarpus drey* (Dau) sur le versant Cambridgien du golfe de Siam. Bois et forêts de tropiques, Madagascar.
- Schatz, G. E., Birkinshaw, C., Lowry, P., Randriatafika, F., & Ratotovoson, F., 2000. *The endemic plant families of Madagascar project: integrating taxonomy and conservation*. In Lourenco, R., Goodman, S diversité et endémique à Madagascar. Mémoire géographique. Paris
- Schatz, G. E., 2001 - *Flore générique des Arbres de Madagascar*. Royal Botanical Garden, KEW & Missouri Botanical Garden. R. Linklater (éditeur) GB.
- Schatz, G E & MALCOMBER, 1993. *In press.- floristique composition of one hectare plots in ranomafana national Park*. In Wright, P. (ed) Biodiversity in Ranomafana national park, Madagascar. State university of new york. Press, Albany
- UICN, 1994 - *Catégorie de l'UICN pour les listes rouges*. UICN. Gland Suisse.
- UICN, 2001 - *Catégorie de l'UICN pour les listes rouges*

**ETUDES ECOLOGIQUES DE QUATRE ESPECES
ENDEMIQUES ET MENACEES DE LA FAMILLE DES
FABACEAE (*Tephrosia ibityensis* (R. VIG) DU PUY &
LABAT) ET DES LAMIACEAE (*Orthosiphon ellipticus* A. J.
PATON & HEDGE, *Stachys rubella* HEDGE ET *Tetradenia
herbacea* PHILLIPSON) DANS LES MASSIFS D'IBITY ET
D'ITREMO.**

Ninà Victorine TAHINASOA, Edmond ROGER, Charlotte RAJERARISON
B.P. 906. Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences.
Université d'Antananarivo.

RESUME

Les massifs d'Ibity et d'Itremo occupent une place importante en terme de richesse floristique. Des espèces endémiques et menacées y sont présentes. Tels sont les cas de *Tephrosia ibityensis*, *Tetradenia herbacea*, *Orthosiphon ellipticus* et *Stachys rubella*. Des études sur la distribution et la régénération de ces espèces ont été effectuées afin d'estimer leurs risques d'extinction et de les classer dans la catégorie de menace selon UICN (2001).

Mots clés : *Tephrosia ibityensis*, *Tetradenia herbacea*, *Orthosiphon ellipticus*, *Stachys rubella*, Ibity, Itremo, conservation, flores menacées, statut UICN.

1. INTRODUCTION

Les massifs d'Ibity et d'Itremo possèdent une valeur exceptionnelle comme habitats rares et uniques pour Madagascar. Des espèces endémiques y existent et aussi des espèces rares qui n'existe plus nulle part dans d'autres région ni dans d'autres Pays du monde. Malgré tout, ces deux massifs ne sont pas encore inclus dans le système des Aires Protégées nationales.

La présente étude a pour objet d'estimer les risques d'extinction de quatre espèces endémiques et menacées à l'intérieur de ces massifs afin de contribuer à leurs conservations.

2. MILIEU D'ETUDE

Les études ont été faites dans des massifs quartzitiques des Hautes Terres malgaches. Ces massifs font partie de terrains domaniaux. Ils présentent une grande, richesse floristique. Le taux d'endémicité spécifique est de 67,6 à Ibity et 74,7 à Itremo.

3. MATERIELS ET METHODES

3.1- Matériels d'étude

Les genres et espèces étudiés appartiennent à deux familles : la famille des Fabaceae représentée par l'espèce *Tephrosia ibityensis* et celle des Lamiaceae par *Orthosiphon ellipticus*, *Stachys rubella* et *Tetradenia herbacea*.

3.1-1-*Tephrosia ibityensis* (R. VIG) Du Puy & Labat

Espèce appartenant à la sous famille des PAPILIONOIDEAE. Arbuste ligneux, pouvant atteindre 2,5 m de haut. Les jeunes feuilles comportent 1 à 3 folioles puis 5 à 9 folioles pour les individus matures.

3.1-2-*Orthosiphon ellipticus* A. J Paton & Hedge

Arbrisseau pérenne. Tiges au moins 40 cm de long, dressées, ligneuse dans la partie inférieure. Feuilles pétiolées, étalées, dressées et étroitement elliptiques.

3.1-3-*Stachys rubella* Hedge

Herbe pérenne à plusieurs rameaux dressés à ascendants. Tiges non glanduleux, ramifiées dans la partie supérieure. Feuilles nombreuses, arrondies, ovées à largement ovées.

3.1-4-*Tetradenia herbacea* Phillipson

Herbe dioïque, non aromatique, ligneuse à la base, atteignant 40 cm de haut. Tiges herbacées, dressées et non ramifiées. Feuilles rhomboïdes, elliptiques et pétiolées.

3.2- Méthodologie

Ce travail a pour objectif d'enrichir les informations sur l'écologie des espèces cibles en vue de proposer des mesures de conservation. Plusieurs méthodes ont été adoptées pour rassembler les données nécessaires concernant ces espèces.

3.2-1- Etude de la distribution des espèces

Elle comprend 2 étapes : l'élaboration de la carte de distribution montrant l'estimation de la répartition géographique des espèces sur un fond de carte de Madagascar et l'analyse de cette carte de distribution. Ces 2 étapes ont été faites grâce au logiciel Map info 6.0 du Sig.

3.2-2- Etude de la régénération naturelle

Dans cette étude, nous avons tenu compte du mode de dissémination des diaspores, la structure de la population et le potentiel de régénération. Ce dernier est donné par la formule de Rothe (1964) :

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

Avec : TR : Taux de régénération

Nr : Nombre des individus régénérés

Ns : nombre des individus semenciers.

Selon l'échelle de ROTHE (1964) : si le taux de régénération est inférieure à 300%, l'espèce a un problème de régénération et si ce taux de régénération est supérieure à 300%, l'espèce est en bonne régénération.

2-3- Utilisation et menaces

L'utilisation et les menaces qui pèsent sur les espèces étudiées sont estimées par des observations sur terrain complétées par les résultats des enquêtes.

Enfin, tous les résultats obtenus à chaque espèce sont confrontés aux critères UICN (2001) pour faire ressortir son statut de conservation.

4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

4.1- Distribution

Concernant l'étude de la distribution, deux groupes d'espèces ont été obtenus : les espèces à distribution restreinte, à l'instar de *Tetradenia herbacea* et *Tephrosia ibityensis*. Les espèces à distribution très restreinte comme *Orthosiphon ellipticus* et *Stachys rubella*.

L'analyse de la carte de distribution nous a permis d'estimer le nombre de sous populations de ces espèces, leurs zones d'occurrences leurs aires d'occupation ainsi que la prédiction de leur futur déclin. Le tableau 1 montre la synthèse de cette carte de distribution.

Tableau 1 : Synthèse de la carte de distribution.

Espèces	Zone d'occurrence	Zone d'occupation	Sous population totales	Sous population dans les A P	Déclin futur (%)
<i>Tephrosia ibityensis</i>	407,94	407,94	3	0	100
<i>Orthosiphon ellipticus</i>	13,86	13,86	1	0	100
<i>Stachys rubella</i>	12,13	12,13	1	0	100
<i>Tetradenia herbacea</i>	4170,51	34,96	4	0	100

4.2- Potentialité de régénération

Trois paramètres ont été considérés pour étudier la régénération d'une espèce : la structure de la population, le taux de régénération et le mode de dispersion des graines.

4.2-1- Structure de la population

Apparemment, la structure de la population d'une espèce est obtenue à partir de la classification des individus dans les différentes classes de diamètre. Mais comme nos espèces ne possèdent qu'une seule classe de diamètre, nous avons recours à des classes de hauteur.

• Structure de la population de *Tetradenia herbacea*

La figure 1 montre la structure de population de *Tetradenia herbacea*. En effet, la classe] 40-100] cm de hauteur domine dans les deux localités étudiées (Ampamoloana et Ambazimba). Cette classe appartient aux individus adultes. Les deux populations de *Tetradenia herbacea* ainsi étudiées sont donc âgées et la relève n'est pas assurée.

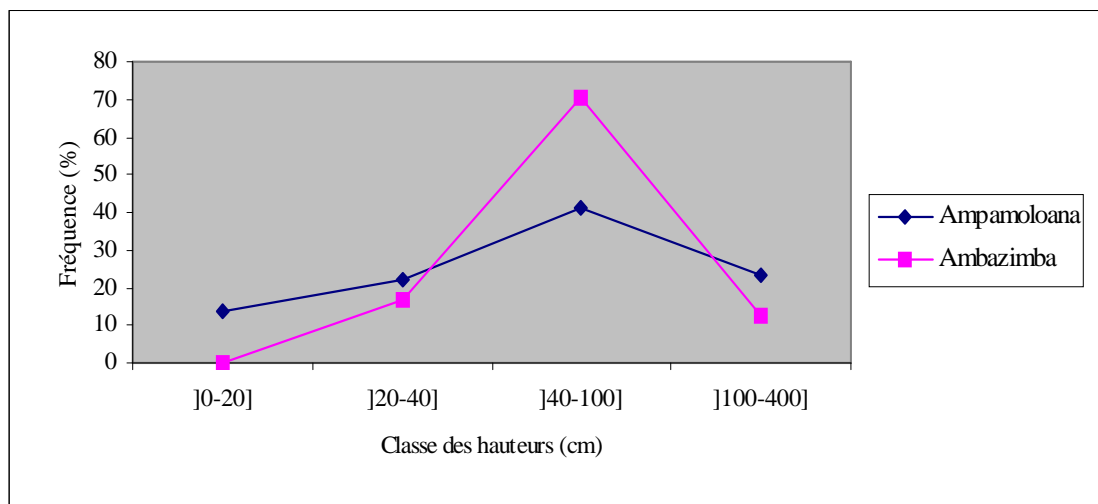


Figure 1 : Structure de la population de *Tetradenia herbacea*

• Structure de la population de *Tephrosia ibityensis*

Elle est représentée sur la figure 2. Ainsi, les classes] 0-20] cm et] 20-40] cm de hauteur sont absentes tandis que la classe] 100-400] cm domine la population. Etant donné que cette classe appartient aux individus adultes, la population de *Tephrosia ibityensis* est âgée. La relève n'est donc pas assurée.

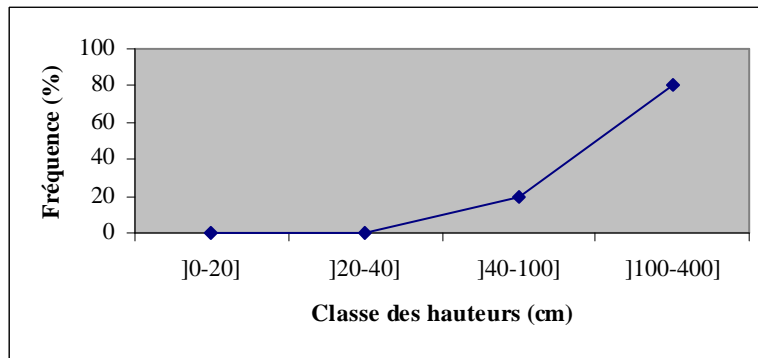


Figure 2 : Structure de la population de *Tephrosia ibityensis*

• **Structure de la population d’Orthosiphon ellipticus**

La figure 3 montre que la fréquence augmente avec la classe de hauteur dont la valeur maximale correspond à la classe] 40-100] cm. Cette classe fait partie des individus adultes. La population d’Orthosiphon *ellipticus* est donc âgée et la relève n’est pas assurée.

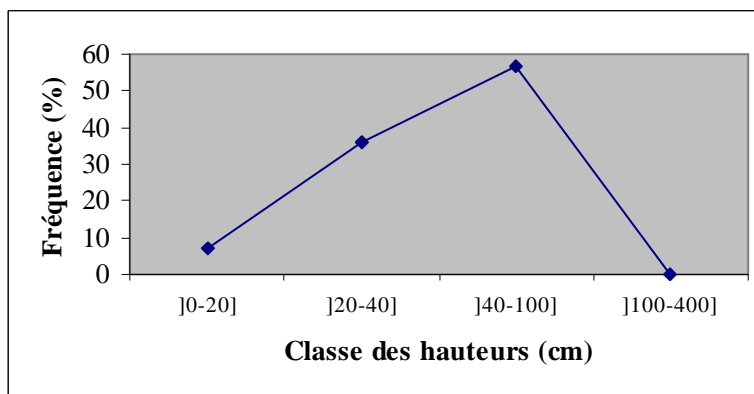


Figure 3: Structure de la population d’Orthosiphon *ellipticus*

• **Structure de la population de Stachys rubella**

La figure 4 montre que le pic de la courbe correspond à la classe] 20-40] cm de hauteur. Cette classe fait partie des individus jeunes. La population de *Stachys rubella* ainsi étudiée est donc jeune et la relève est assurée.

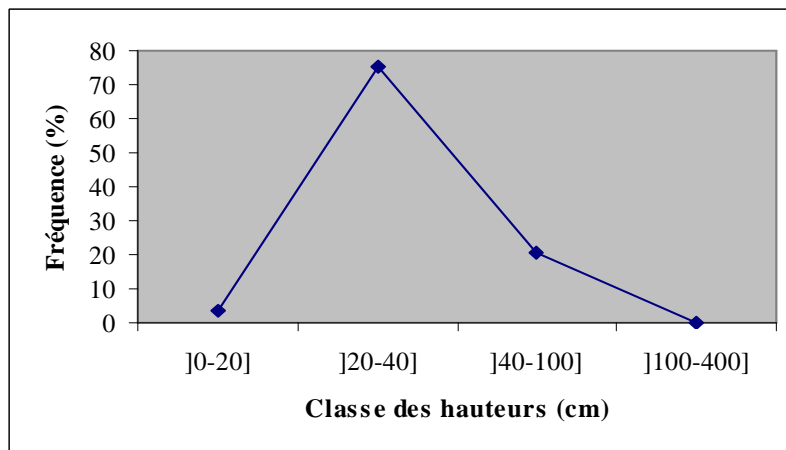


Figure 4 : Structure de la population de *Stachys rubella*

4.2-2- Taux de régénération

Le taux de régénération d'une espèce permet d'évaluer sa capacité de se régénérer. Il est estimé par le rapport entre les individus de régénération et les individus semenciers.

Le tableau 2 montre le taux de régénération des espèces cibles. Ainsi, seule *Stachys rubella* a une bonne régénération. Ce qui pourra être expliqué du fait qu'elle se rencontre en altitude (1600-1800 m) où elle risque d'être moins attaquée par le feu.

4.2-3- Mode de dispersion des graines

La dissémination des diaspores de quatre espèces étudiées se fait par barochorie car les jeunes plantes ont été trouvées autour du pied mère selon nos observations sur terrain.

4.3- Utilisation et menaces

Pour l'utilisation des espèces cibles, les résultats des enquêtes menées auprès des guides et de la population riveraine, la bibliographie ainsi que nos observations sur terrain confirment que ces quatre espèces sont sans utilisation locale et sont non exploitées. Pourtant, elles sont menacées par le feu, le pâturage, le piétinement et l'exploitation minière.

4.4- Risques d'extinction des espèces

Deux groupes d'espèces ont été identifiés. *Tephrosia ibityensis* et *Stachys rubella* sont en danger critique d'extinction (CR) alors que *Tetradenia herbacea* et *Orthosiphon ellipticus* sont en danger (EN).

5. DISCUSSIONS ET SUGGESTIONS POUR LA CONSERVATION

5.1- Remarques sur les résultats obtenus

Concernant la distribution des espèces, les recherches antérieures montrent que *Tephrosia ibityensis* se rencontre uniquement dans le Mont Ibity et *Tetradenia herbacea* dans l'ltremo mais selon nos investigations, ces deux espèces sont présentes à la fois à Ibity et ltremo. La structure de la population fait apparaître que les régénérants sont faiblement représentés sauf pour *Stachys rubella*. Les potentialités de régénération sont donc relativement faibles et ces espèces risquent de disparaître si des mesures ne sont pas prises de façon urgentes.

Orthosiphon ellipticus est pratiquement absente dans la végétation rupicole à substrat cipolinique d'Ibity et d'ltremo.

5.2- Suggestions pour la conservation

Les quatre espèces étudiées paraissent toutes menacées, donc elles nécessitent une conservation immédiate. De ce fait, en tenant compte des pressions anthropiques sur les massifs et des risques d'extinction de ces espèces, nous recommandons :

- l'éducation environnementale ;
- la surveillance de feu ;
- la récolte des graines pour la conservation dans une banque de graine à l'exemple de la S. N. G. F ;
- la conservation ex-situ ;
- la classification des Inselbergs auxquelles appartiennent les massifs d'Ibity et d'ltremo comme nouveaux sites de conservation ;
- le développement de l'écotourisme.

6. CONCLUSION GENERALE

Des nouvelles informations sur l'écologie des quatre espèces étudiées ont été acquises. En d'autres termes, les objectifs de notre étude ont été atteints. Des recherches sur la systématique, la morphologie et la biologie doivent encore être entreprises pour avoir plus d'informations sur leur exigence écologiques. Dans le cadre de la valorisation de la biodiversité, associer conservation et tourisme semble intéressant et la promotion de l'écotourisme dans les massifs d'Ibity et d'ltremo serait favorable.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre profonde reconnaissance à toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous a aidées à finaliser ce travail :

- Conservation International Madagascar pour l'appui financier ;
- L'Association RENIALA ;
- Le Département de la Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo ;
- Les habitants du village d'Ibity, Ambatofinandrahana et Itremo ;
- Les guides locaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anonyme, 2003. Plan communal de développement. Commune rurale Ibity.

Anonyme, 2003. Plan communal de développement. Commune rurale Itremo.

Birkinshaw, C., Andriamihajarivo, T. H., Rakotoarinivo, C. R., Randrianaina, L., Randrianarivelo, C., Rasolondraibe, B. & Razafindrasoa, R., 2004. Evaluation bioécologique des ressources naturelles et pressions anthropiques- Etude socio-économique en vue d'établir une proposition de stratégie de conservation pour le massif d'Ibity. MBG Madagascar.

Birkinshaw, C., Andriamihajarivo, T. H., Ravoahangy, A., Randrianaina, L., Randrianarivelo, C., Rasolondraibe, B. & Razafindrasoa, R., 2004. Evaluation bioécologique des ressources naturelles et pressions anthropiques- Etude socio-économique en vue d'établir une proposition de stratégie de conservation pour le massif d'Itremo. MBG Madagascar.

Birkinshaw, C., Leavana, A., Rajaonera, H., Randrianaivo, R., Rakotoarivony, F., Skema, C., Ranaivojaona, R., & Rahelivololona, E., 2004. Rapport de travaux de recherches sur des espèces menacées d'extinction. MBG Madagascar.

Boiteau, P., 1999. Dictionnaire des noms malgaches des végétaux. Alzieux, Grenoble, tome I, II, III, et IV.

Du Puy, D. J., Labat, J. N., Rabevohitra, R., Villers, J., Bosser, J., & Moat, J., 2002. The leguminosae of Madagascar. Royal Botanical Gardens, Kew.

Hedge, I. C., Clement, R. A., Paton, A. J. & Phillipson, P. B., 1998. Labiatae, 175^{ème} Famille, Flore de Madagascar et des Comores. Paris.

Rothe, P. L., 1964. Régénération en forêt tropicale. Le Dipterocarpus drey (Dau) sur le versant cambridgien du Golf de Siam, bois et forêt de Tropiques. Madagascar : 386-397.

UICN, 2001. Catégorie de l'UICN pour les listes rouges. UICN Gland, Suisse.

EVALUATION DES DEGATS CYCLONIQUES DANS LA STATION FORESTIERE A USAGE MULTIPLE D'ANTREMA-KATSEPY

Harisoa RAVAOMANALINA, Edmond ROGER

BP 906, Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences. Université d'Antananarivo

RESUME

La présente étude a pour but d'évaluer les dégâts cycloniques sur les couvertures végétales dans la station forestière à usage multiple d'Antrema. Pour ce faire, une évaluation au niveau des différentes formations végétales : forêts denses sèches, mangroves, savanes ont été effectuées. Chacune d'elles a ensuite fait l'objet d'une étude phytosociologique consistant à relever des paramètres floristiques tels que : état des arbres, structure. Il ressort de cette étude que : (1) les forêts sèches et les mangroves ont été moyennement touchées et endommagées par les cyclones. (2) les savanes sont les plus endommagées.

Mots clés : Madagascar, Antrema, Station Forestière à Usage Multiple, dégâts cycloniques.

1. INTRODUCTION

A Madagascar, les catastrophes naturelles constituent un facteur de dégradation des écosystèmes terrestres et/ou marins. Parmi lesquelles, les cyclones engendrent des dégâts considérables sur la Grande Ile, dus à sa position entre le canal de Mozambique et l'Océan Indien.

En 1984, le cyclone Kamisy avait laissé de mauvais souvenirs dans le nord ouest de Madagascar comme le cas du fokontany d'Antrema dans la péninsule de Katsepy. Mais cette zone a survécu malgré les nombreuses pertes sur les couvertures végétales et les habitations. Vingt ans après, ce fléau naturel frappe de nouveau la côte nord ouest de Madagascar et la péninsule de Katsepy en fait partie. Cette fois, trois cyclones ont été enregistrés en trois mois : Celia, Elita et Gafilo, ces trois cyclones ont tous été qualifiés de cyclone tropical mais à dimension, origine, vitesse du vent et précipitation différentes. Le dernier nommé Gafilo a été classé parmi les cyclones tropicaux très intenses car il a eu une vitesse du vent s'élevant à plus de 180km/h, avec un diamètre de 350km. Le vent violent et la précipitation apportée par ces fléaux ont causé de nombreux dégâts sur leur passage.

Dans le cadre de ce travail, une mission d'expertise a été effectuée dans la station forestière d'Antrema afin d'évaluer les impacts de ces cyclones sur les écosystèmes et le milieu socio-économique.

2. METHODOLOGIE

Deux méthodes ont été utilisées dans cette étude :

2.1- Evaluation des dégâts cycloniques au niveau des couvertures végétales

La station forestière d'Antrema a une superficie de 11 270 ha (Roger et al, 2000). L'évaluation des dégâts cycloniques au niveau des formations végétales a été effectuée en deux observations :

- l'une dans des parcelles permanentes de suivi (PPS) de 0,5 ha déjà installées dans les différents types de formation.

- l'autre dans des parcelles de 0,1 ha, provisoirement délimitées en dehors du PPS dont le milieu d'emplacement a été choisi selon le degré de dégradation de la formation (Birkinshaw et al, 2001)

Les paramètres suivants ont été notés :

- Coordonnées géographiques du site d'étude,
- Etat des arbres : morts, troncs coupés, déracinés, courbés, inclinés, branches cassées et défoliées

La répartition des arbres endommagés par classe de diamètre a été déterminée en adoptant les classes suivantes : [0-10cm[, [10-20cm[, ≥ 20 cm

- Recouvrement global de la formation qui est défini par le pourcentage de la surface du sol recouvert si on projète verticalement sur le sol les organes aériens de tous les individus de la formation (Gounot, 1969).

- Degré d'ouverture : déterminée par l'estimation du couvert angulaire ou la proportion de la voûte céleste occultée de la strate supérieure (Godron, 1983)

La structure verticale de la formation a été déterminée pour connaître l'état de la formation après le passage des Cyclones. La méthode de Gautier et ses collaborateurs (1994) a été adoptée pour cette étude de la structure.

2.2.- Evaluation des dégâts cycloniques sur les zones côtières

Les modifications sur les zones côtières ont été observées au cours des prospections effectuées le long de la côte de la Station. Pendant ces observations, on a estimé approximativement l'évolution du niveau de l'ensablement sur le littoral. On a noté également la formation de nouveaux chenaux.

2.3- Méthodes d'enquêtes

Des enquêtes ont été effectuées auprès de la population riveraine pour chercher le maximum d'informations sur les dégâts causés par les trois cyclones : Celia, Elita et Gafilo.

Elles étaient réalisées en libre discussion dans 13 villages dans le fokontany d'Antrema. Les informations ont été obtenues auprès des villageois, les guides de terrain, les « zokiolona », les autorités traditionnelles.

Les questions portent sur :

- les biens publics : écoles, puits
- Les biens privés : maisons, élevage (boeufs), agriculture (champs de manioc, rizières), parcs des zébus.
- Autres : équipement sanitaire, nombre de malades, pêche après les cyclones, zones de pâturage, situation sociale après cyclone

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Au cours de la prospection sur terrain, des modifications assez importantes sur les composantes physiques, en particulier les zones côtières ont été constatées.

3.1. Milieu physique

3.1.1- Ensablement de côte

L'ensablement de la côte est un phénomène naturel qui se produit continuellement à cause des vagues et favorise la formation des plages. Pourtant, le passage des cyclones a provoqué en une courte durée l'ensablement de certaines zones de la bande côtière, à partir du village d'Ankoririka jusqu'à la pointe de la péninsule. Cette bande de sable s'est avancée en moyenne de 20 m de large vers la terre ferme. De ce fait, la zone marécageuse et la mangrove d'Ampamata (à côté du village de Bako) sont submergées par le sable et la végétation se trouve dans un état critique.

3.1.2- Fragmentation de la côte

Le long de la côte, la plage entre Antrema et Bako a été fragmentée par des ouvertures de 4 chenaux, qui se rejoignent tous dans la zone de transition entre la bande de sable côtière et la formation marécageuse. Cette intrusion d'eau salée pourrait être une menace pour le peuplement de *Raphia* et de *Ravinala* ainsi que pour la faune aquatique de cet écosystème.

3.1.3- Erosion du sol

Au niveau du « cirque rouge », la forte précipitation durant le passage des cyclones a augmenté l'eau d'infiltration et a accentué le phénomène d'érosion. Les couvertures végétales (savanes arborées ou vestige de forêt sèche) subissent une réduction progressive en faveur des « lavaka ». Les sédiments envahissent directement la mangrove d'Antrema. Ce phénomène constitue un danger pour l'état de santé de cette formation végétale.

En outre, une faible érosion a été observée sur le rivage du côté du village d'Antsoherimasiba après le cyclone.

3.1.4- Niveau du lac

Malgré tous les effets néfastes mentionnés auparavant, le niveau de l'eau dans les lacs permanents de la Station a monté par rapport à leur niveau habituel à la même période. Ceci est dû à l'abondance des précipitations au

moment des cyclones. Il faut remarquer que durant les 3 dernières années, la quantité de la pluie a été insuffisante et les lacs se sont asséchés progressivement.

3.1.5- Le Parc marin

En général, les cyclones n'ont pas apporté des conséquences néfastes au niveau du parc marin de la Station Forestière d'Antrema.

3.2. Impacts cycloniques sur le milieu biologique

Forêts denses sèches

► Site Ankoririka

La répartition des arbres selon leurs états après le passage des cyclones est indiquée dans le tableau n°1.

Tableau n°1 : Répartition des arbres endommagés dans la forêt sèche d'Ankoririka

Classe de diamètre (cm)	[0-10[		[10-20[		≥ 20		Total	Total
	Site1	Site2	Site1	Site2	Site1	Site2	Site1	Site2
Site d'étude								
Etat des arbres								
Mort								
Tronc coupé	2		8		2	1	12	1
Branches cassées	9		15	1		1	24	2
Défoliées	1		1				2	
Déracinées			2	5		1	2	6
Courbés	4	10	1	2			5	12
Inclinés	12	8	11	5	3	1	26	14
Total	28	18	38	13	5	4	71	35

Etat des arbres : En moyenne la forêt sèche d'Ankoririka présente 246 individus endommagés à l'hectare ceci est dû à sa situation géographique, car elle se situe sur le point d'intersection du vent venant du canal de Mozambique et celui venant de l'embouchure du fleuve de Betsiboka.

Structure : La destruction des arbres a entraîné une grande ouverture de la strate supérieure de la formation. Cette ouverture résulte de la chute de certains arbres lors du passage du cyclone. La strate moyenne et la strate inférieure restent continues.

► Site Badrala

La répartition des arbres selon leurs états après passage des cyclones est indiquée dans le tableau n°2.

Tableau n°2 : Répartition des arbres endommagés dans la forêt sèche de Badrala

Classe de diamètre (cm)	[0-10[	[10-20[	≥ 20	Total
Mort				
Tronc coupé		3	2	5
Branches cassées	1	6		7
Défoliées		1		1
Déracinés			1	1
Courbés	8			8
Inclinés	1			1
Total	10	10	3	23

Etat des arbres : 23 plantes endommagées ont été recensées dans une surface de 0,1 ha de la forêt sèche de Badrala. Par rapport à la forêt sèche d'Ankoririka, les individus endommagés sont moins nombreux, de l'ordre de 230 à l'hectare (contre 246 pour la première). En général, cette forêt peut être dite moyennement endommagée.

Structure : Après le passage du cyclone, la forêt est modérément endommagée et on a remarquée une discontinuité au niveau de la strate supérieure (8 à 12m) et de la strate inférieure (3m).

► Site Antsikiry

La répartition des arbres selon leurs états après passage des cyclones dans les deux sites (Site 4 et 5) à Antsikiry est indiquée dans le tableau n°3.

Tableau n°3 : Répartition des arbres endommagés à Antsikiry

Classe de diamètre (cm)	[0-10[		[10-20[		≥ 20		Total	Total
	Site4	Site5	Site4	Site5	Site4	Site5	Site4	Site5
Etat des arbres								
Mort								
Tronc coupé	8	5	7	6	2	2	17	13
Branches cassées	5	9	10	7	6	2	21	18
Défoliées								
Déracinés		1	1	4		2	1	7
Courbés	8	16		1			8	17
Inclinés	25	24	7	4	1		33	27
Total	46	54	25	22	9	6	80	82

Etat des arbres : 80 individus endommagés dans 0,5ha (soit 160 à l'ha) ont été recensés pour le PPS installé au milieu de la forêt, et 82 dans 0,1ha (soit 820 à l'ha) dans la parcelle en dehors du PPS. Ce qui veut dire qu'il y a toujours des impacts des cyclones aussi bien au milieu de la forêt que dans sa partie extérieure. La partie extérieure de la forêt est plus endommagée que la partie intérieure.

Structure : En moyenne, la forêt d'Antsikiry présente 490 arbres endommagés par hectare. Elle peut être donc considérée comme la formation la plus endommagée par rapport aux deux forêts précédentes (forêt d'Ankoririka et celle de Badrala)

MANGROVES

► Site Mangrove à Antrema Aranta

La répartition des arbres dans la mangrove d'Antrema Aranta est résumée dans le tableau 4.

Tableau n°4: Répartition des arbres endommagés dans la mangrove d'Antrema Aranta

Classe de diamètre (cm) Etat des arbres	[0-10[	[10-20[	≥ 20	Total
Mort				
Tronc coupé	1	2		3
Branches cassées				
Défoliées				
Déracinés				
Courbés	19			19
Inclinés	1			1
Total	21	2		23

Etat des arbres : Cette mangrove d'Antrema Aranta est considérée comme une formation modérément endommagée par ces derniers cyclones. En effet, dans une surface de 0,5ha, 3 individus seulement possèdent des troncs coupés. A cause de leurs racines échasses, les espèces peuvent supporter le vent violent du cyclone. Par contre, un nombre assez élevé des jeunes plantes courbées (à diamètre moyen de 6cm) a été observé.

Structure : Ce site est modérément endommagé. Cette mangrove a été épargnée par le cyclone

Les différentes strates sont légèrement perturbées.

► Site Mangrove à Ampamata

Trois sites ont été évalués dans la mangrove d'Ampamata

- parcelle délimitée dans la mangrove non ensablée d'Ampamata
- parcelle délimitée dans la mangrove sur ancien ensablement à Ampamata
- parcelle délimitée dans la mangrove sur ensablement récent à Ampamata.

La répartition des arbres dans ces trois sites est montrée dans le tableau n° 5.

Tableau n°5: Répartition des arbres endommagés dans la mangrove d'Ampamata

Classe de diamètre (cm)	[0-10[			[10-20[			≥ 20			total	total	total
	Site 7	Site8	Site9	Site7	Site8	Site9	Site 7	Site8	Site9	Site 7	Site 8	Site 9
Site d'étude												
Etat des arbres												
Mort	7	2	18		4			2		7	8	18
Tronc coupé	5		2	1	1					6	1	2
Branches cassées	2		1	1					9	3		10
Défoliées					2	1					2	1
Déracinés						1						1
Courbés												
Inclinés		1			1	3					2	3
Total	14	3	21	2	8	5		2	9	16	13	35

Etat des arbres : Pour la mangrove non ensablée, 16 pieds ont été endommagés dans une surface de 0,1ha. Pour la mangrove sur l'ancien ensablement, 8 individus morts ont été recensés. Les mangroves sur l'ensablement récent et sur sable présentent beaucoup de pieds morts. La mangrove d'Ampamata peut être considérée comme une formation gravement endommagée.

Structure : La structure de la végétation est moyennement endommagée par le cyclone. Pourtant certaines ouvertures sont observées dues au passage du cyclone et à l'exploitation de bois de *Rhizophora mucronata*.

► Site Mangrove à Antsoherimasiba

La répartition des arbres dans le site 10 d'Antsoherimasiba est montrée dans le tableau n° 6.

Tableau n°6 : Répartition des arbres endommagés dans la mangrove d'Antsoherimasiba

Classe de diamètre (en cm) Etat des arbres	[0-10[	[10-20[	≥ 20	total
Mort	1			1
Tronc coupé		1		1
Branches cassées	6	2		8
Défoliées				
Déracinés		4		4
Courbés	1			1
Inclinés	3			3
Total	11	7		18

Etat des arbres : Cette mangrove est caractérisée par un peuplement monospécifique de *Ceriops tagal* avec quelques pieds de *Rhizophora* sp. D'après les résultats obtenus, cette mangrove est classée parmi les formations moyennement endommagées. Dans une surface de 0,1ha, cette formation ne présente que 18 arbres endommagés et les plus nombreux d'entre eux sont des individus à branches cassées.

Structure : Cette mangrove montre une voûte relativement basse qui ne dépasse pas 8m de hauteur. Ceci est dû au substrat plus sableux et à l'existence d'une série monospécifique de *Ceriops tagal* et quelques individus *Rhizophora* sp. Certains arbres de la strate supérieure ont été déracinés, ce qui a entraîné une ouverture de cette strate. Mais en général elle est classée moyennement endommagée.

SAVANE

► Site : savane à Sahariaka

La répartition des arbres dans le site 11 à Sahariaka est montrée dans le tableau n° 7.

Tableau n°7 : Répartition des arbres endommagés à Sahariaka

Classe de diamètre (en cm) Etat des arbres	[0-10[	[10-20[	≥ 20	total
Mort			4	4
Tronc coupé			9	9
Branches cassées				
Défoliées			27	27
Déracinées			3	3
Courbés				
Inclinés				
Total			43	43

Etat des arbres : Les savanes de la station ont été également endommagées par les cyclones. En effet, nombreux individus de *Bismarkia nobilis* sont détruits. Sur une surface de 0,5 ha, 43 pieds endommagés ont été recensés pour cette espèce (soit 86 à ha). Dans l'ensemble des savanes, le vent violent des cyclones a entraîné la dessiccation et le déchirement des feuilles de palmiers *Bismarkia nobilis* et *Hyphaene shatan*, certains pieds sont inclinés. Ces espèces tiennent une place importante pour la population de la station car elles sont utilisées aussi bien dans la construction de case que dans le domaine de l'artisanat. Face à cette destruction, la réhabilitation des cases ravagées par les cyclones attend le développement des jeunes feuilles.

Structure : La savane est gravement endommagée car plusieurs individus qui avaient constitué la strate supérieure de cette savane ont été dévastés lors du passage de cyclone.

AUTRES FORMATIONS

D'autres formations telles que la raphière et la formation à *Ravinala madagascariensis* sont également endommagées par les cyclones. Le passage de ces trois cyclones a entraîné la pénétration de l'eau de mer jusqu'au niveau de ces formations. Il y a la formation des nouveaux chenaux entre la plage et ces formations. Ces phénomènes ont alors modifié les caractères du substrat de ces peuplements : les individus de *Raphia ruffa* et de *Ravinala madagascariensis* atteints par l'eau de mer se dégènèrent petit à petit car ils ne peuvent plus supporter la sursalure de leur milieu.

4. CONCLUSION

Le passage des trois cyclones tropicaux Celia, Elita et Gafilo a causé de nombreux dégâts dans la station forestière à usage Multiple d'Antrema, comme dans d'autres régions de Madagascar.

L'évaluation post cyclonique, effectué dans la péninsule au mois d'avril a permis de dégager les faits suivants :

- la bande littorale a subi un ensablement important avec une fragmentation de la plage, due à des ouvertures de nouveaux chenaux. Cette modification au niveau de la zone côtière pourrait être une grande menace sur la végétation côtière (mangrove, satrana, raphia et ravinala) ;

- les formations forestières ont été endommagées par les rafales de vent qui ont entraîné l'inclinaison du tronc, la coupure des branches, le déracinement des arbres et même la mort de certains individus. Cette dégradation de la végétation est assez importante dans la forêt sèche d'Ankoririka et d'Antsikiry .où un nombre élevé d'arbres touchés a été enregistré ;

- la même situation a été retrouvée dans la mangrove d'Ampamata. (Bako) : une modification du cycle phénologique a été observée après le

passage des cyclones. La végétation de marécage (raphia et ravinala) se trouve dans un état critique à cause de la sur salure ;

Face à cette situation plus ou moins inquiétante dans la Station Forestière d'Antrema, les recommandations suivantes sont à suggérer :

- éviter ou limiter le prélèvement de bois dans la zone forestière assez endommagée pour atténuer le déséquilibre de l'écosystème ;
- récupérer et valoriser les arbres déracinés qui pourraient détruire les individus de régénération ;
- contrôler l'utilisation de bois pour la réhabilitation ;
- favoriser l'enrichissement en bois de palétuvier dans la zone de mangrove assez dégradée ;
- maîtriser les feux de savane pour la pérennisation de «satrana» dont les feuilles constituent la principale matière première en vannerie et en construction : les pare feux seront à installer rapidement ;
- envisager des mesures de protection biologique ou mécanique pour la stabilité des talus ;
- éduquer et sensibiliser les gens afin qu'ils puissent se préparer aux éventuels cataclysmes naturels.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Birkinshaw, C. Rakotoarisoa, S. Antilahimena, P; Bernard, R; Razakamalala, R. Rasolohery, A. Randriatafika, F. M. 2001.** Les impacts du cyclone Hudah dans la forêt de la presqu'île Masoala
- Godron, M. 1969.** Méthode d'étude quantitative de la végétation. Masson & Cie. Paris 341p
- Ratsisetraina, I., 2001.** Impact du cyclone Hudah sur les populations de deux espèces de Lémuriens diurnes dans le nord et de la presqu'île de Masoala. Mémoire de fin d'étude CAPEN. ENS Antananarivo.
- Razafimahefa, M., 2001.** Caractérisation des habitats de *Propithecus verreauxi coronatus*, dans la station forestière à usage multiple d'Antrema (cartographie, typologie, études ethnobotaniques). Mémoire de DEA. Faculté des Sciences. Université d'Antananarivo. 89p.
- Roger, E. Gauthier, A, C. Rakotondravony, D. Razafindramanana, S. 2000;** Diagnostic physico-biologique de la Station Forestière à Usage Multiple d'Antrema. Parc zoologique de Paris/ faculté des Sciences. Université d'Antananarivo.
- Vavindraza, 2003 ;** Caractérisation de quelques types de forêts fréquentées et étude phénologique des espèces végétales consommées par trois espèces de Lémuriens dans la Station Forestière à usage Multiple d'Antrema. Mémoire de DEA. Faculté des Sciences. Antananarivo.

EVALUATION DES STATUTS ECOLOGIQUES DES ESPECES DE *Ravenea* (PALMIER) MENACEES DANS LES FORETS HUMIDES ORIENTALES: *Ravenea lakatra*, *Ravenea latisecta*, *Ravenea louvelii*

Jeanne Françoise RAIVOARISOA, Andrilalao RAKOTONAVALONA,
Bakolimalala RAKOUTH.

B.P. 906. Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences. Université d'Antananarivo.

RESUME

La forêt dense humide de l'Est de Madagascar constitue un centre de biodiversité, d'endémisme générique et spécifique élevé. Elle est très riche en palmiers surtout pour les espèces de *Ravenea*. Les 3 espèces de *Ravenea* de cette région : *Ravenea lakatra*, *Ravenea latisecta* et *Ravenea louvelii*, sont des espèces menacées. En général, la population riveraine de la forêt les utilise dans la construction de cases. *Ravenea lakatra* est aussi utilisée pour la vannerie et le choux palmiste est très recherché pour l'alimentation pendant la période de soudure. Ces trois espèces possèdent des aires de distributions géographiques restreintes, elles sont localisées dans les forêts de moyennes altitudes de la région d'Andasibe-Perinet. En 1995, Dransfield et Beentje ont déjà donné un statut de conservation pour chaque espèce, ce statut dépend du degré de menace pesant sur l'espèce et aussi de l'étendue de son aire de distribution. D'après les données écologiques obtenues lors des investigations effectuées en avril - juin 2005 dans cette région orientale, de nouveaux statuts de conservation pourraient être attribués aux *Ravenea louvelii* et *Ravenea latisecta*, qui sont proposées comme espèces en danger critique d'extinction (CR) si elles étaient simplement en danger (EN) auparavant. *Ravenea lakatra* restent toujours en danger (EN). La valorisation d'autres produits, la sensibilisation de la population riveraine et la préservation de l'habitat de l'espèce constituent des mesures à proposer pour avoir une meilleure conservation de ces palmiers.

Mots clés : *Ravenea lakatra*, *Ravenea latisecta*, *Ravenea louvelii*, forêt humide de moyenne altitude, écologie, menaces, statu de conservation.

INTRODUCTION

Madagascar est le centre de diversification des Palmiers avec au moins 171 espèces recensées (Dransf. & Beentje, 1995). La plupart de ces espèces sont endémiques se trouvent dans les forêts denses humides de la région orientale de la grande île. L'exploitation pour la construction de cases et pour l'artisanat ainsi que la dégradation de l'habitat constituent les principales menaces pour la majorité de ces palmiers. Trois espèces fait l'objet de cette

étude : *Ravenea lakatra*, *Ravenea latisecta* et *Ravenea louvelii* des forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude. Elle a pour but de connaître l'écologie de ces espèces, de déterminer les menaces pesant sur elles, d'estimer la taille de leur population et d'évaluer leur risque d'extinction afin de pouvoir proposer des plans de conservation pour chaque espèce.

2. MATERIELS ET METHODES D'ETUDE

Une fiche technique a été établie pour chaque espèce pour présenter ses caractéristiques biologiques et écologiques, son niveau de menace, la catégorie de son risque d'extinction et les recommandations proposées pour sa conservation (Annexe).

Sur terrain, les espèces ont été identifiées à partir de leurs caractéristiques structurales facilement observables notamment le port, la taille, les feuilles, les inflorescences et les fruits.

Comme caractères botaniques, en général les espèces de *Ravenea* sp. présentent un port solitaire, de grande taille. Les feuilles sont insérées en spirale et régulièrement arrangées, les inflorescences sont interfoliaires avec 1 à 2 ordres de branchement. Les fruits sont en forme globuleuse ou elliptique.

- **Enquête ethnobotanique** : elle a permis de connaître l'abondance, l'utilisation et le degré d'exploitation de l'espèce dans la région étudiée. Elle a eu lieu dans les villages riverains de la forêt humide de moyenne altitude tels que : Andasibe, Ambavaniasy. Les questionnaires ont été compilés et présentés sous forme de série de questions semi-structurées dans une fiche d'enquête.
- **Collecte d'échantillons d'herbier** : des échantillons de l'espèce étudiée ont été collectés, et mis en herbier et déposés dans l'herbarium du Département de Biologie et Ecologie Végétales à l'Université d'Antananarivo. Elles sont utilisées pour la description de l'espèce dans l'établissement des fiches techniques.
- **Etude écologique**
Choix du site : des prospections préliminaires ont été effectuées pour localiser les espèces cibles et évaluer l'abondance des individus d'une sous population. Le choix du site pour l'étude écologique de l'espèce dépend de la présence et l'abondance des individus de l'espèce considérée ainsi que de la représentativité de l'habitat.

Etude du sol : des études du sol à partir de l'observation du profil pédologique ont permis de connaître globalement les caractères du substrat de l'espèce

Etude de la végétation : des études de la végétation et de l'habitat de l'espèce ont été aussi effectuées. Pour cela, la méthode d'étude de structure selon Gauthier et al (1994) a été adoptée. Elle permet de connaître le degré d'ouverture de la canopée et le recouvrement global de la végétation.

Etude de la flore associée : les espèces végétales associées à l'espèce étudiée ont été enregistrées car elles sont une bonne indicatrice de l'habitat de l'espèce. Pour connaître ces espèces, la méthode de quadrat centré en un point selon Brower et al. (1990) a été utilisée. Elle consiste à choisir 10 à 15 individus matures de l'espèce cible, un individu étant considéré comme un point central. Quatre individus matures les plus proches de l'individu cible (généralement ayant le diamètre supérieur ou égal à 10cm) ont été recensés tout en enregistrant leur taille (diamètre à hauteur de poitrine, hauteur totale) et leur distance par rapport à l'individu cible. Les données enregistrées ont été calculées pour faire sortir la densité des troncs d'arbres de la formation végétale. Les espèces entourant l'espèce cible sont inscrites dans une liste. Celles qui n'ont pas été identifiées sur terrain ont été mises en herbier.

La formule de Brower et al. (1990) a permis de calculer la densité des troncs d'arbre :

$$D = n (n + n') \times 10\,000 / (Sd_i^2)$$

où D : densité des troncs d'arbres
n : nombre total des troncs associés
n' : nombre total des individus cibles
di : distance entre l'individu cible et le tronc associé

Pour obtenir la fréquence de l'association d'une famille ou d'une espèce à l'espèce cible, la formule de Greig-Smith (1964) a été utilisée :

$$F (\%) = (N_i / N_t) \times 100$$

où F : fréquence de l'association
Ni : nombre d'individus d'un taxon
Nt : nombre total d'individus recensés

Une Famille est en étroite association avec l'espèce quand sa fréquence d'association est supérieure à 10%. Une espèce est en étroite association avec l'espèce cible quand sa fréquence est cette fois supérieure à 5%.

Etude de l'abondance spécifique : le nombre d'individus de l'espèce trouvés dans le site étudié a été noté pour connaître son abondance. Selon Schatz et al. (2000) l'abondance spécifique exprime le nombre d'individus d'une espèce dans l'aire d'occupation connue de cette espèce. Elle est calculée à partir de la formule d'Emberger et al. (1983) suivante:

$$A = S \times d$$

où A : abondance spécifique
S : aire d'occupation de la sous population
d : densité moyenne des individus

L'aire d'occupation d'une sous population dans un site a été obtenue par estimation.

La densité moyenne a été obtenue par comptage d'individus matures effectué dans des placeaux de 50m x 20m, délimités à l'intérieur de l'aire d'occupation de l'espèce cible.

Etude de la régénération naturelle : le potentiel de régénération peut être connu en déterminant le taux de régénération de l'espèce tout en considérant l'importance de la pression qu'elle subit (Raoninjatovoherivonjy, 1997). Ainsi, des comptages des individus de régénération et des individus semenciers de l'espèce étudiée ont été effectués dans des plots de 50m x 20m pour calculer le taux de régénération d'après la formule de Rothe (1964) :

$$TR (\%) = n / N \times 100$$

où TR : taux de régénération
n : nombre d'individus de régénération
N : nombre d'individus semencier

L'échelle de Rothe montre que :

- une espèce est en difficulté de régénération quand le taux de régénération est inférieur à 100% ;
- elle présente une bonne régénération pour le taux compris entre 100 et 1000%
- elle a une très bonne régénération pour le taux supérieur à 1000%.

Etude de la distribution géographique de l'espèce : la distribution géographique de l'espèce peut être déterminée par l'élaboration d'une carte de distribution en utilisant le logiciel SIG ArcView 3.2a. Pour ce faire nous avons enregistré les coordonnées géographiques de tous les sites connus de l'espèce, à partir des études bibliographiques, de la consultation des étiquettes des spécimens d'herbier à Tsimbazaza, des données tirées de TROPICOS II specimen search engine et des données sur terrain. Elles sont converties en degré décimal, puis placées sur un fond de carte de Madagascar. La carte de distribution ainsi obtenue permet de déduire des informations sur le nombre total des sous-populations des espèces étudiées, leurs aires d'occurrence et d'occupation.

La sous-population désigne les groupes distincts de la population entre lesquels les échanges démographiques ou génétiques sont limités. Pour les

espèces de palmier, la distance minimale entre deux sous-populations différentes est estimée à 10 km. Deux sous-populations peuvent aussi être séparées par une barrière quelconque (route, lac,...).

L'aire d'occurrence est la superficie délimitée par une ligne imaginaire continue la plus courte possible à l'intérieur de laquelle sont renfermés tous les sites connus, tout en excluant les discontinuités de la répartition globale d'un taxon.

L'aire d'occupation est la superficie occupée par l'espèce au sein de son aire d'occurrence. Elle est calculée comme l'aire qui inclue tous les individus de l'espèce à l'intérieur des sous populations dans la végétation restante (Keith, 1998).

Evaluation des risques d'extinction : l'évaluation des risques d'extinction permet de connaître les espèces prioritaires pour la conservation (UICN, 1994). Les critères d'évaluation sont utilisés pour l'analyse des résultats de recherche afin de catégoriser les espèces selon l'UICN 2001. Les catégories de risque d'extinction considérées dans cette étude sont :

- En danger critique d'extinction (CR), quand une espèce présente un risque extrême d'extinction à l'état sauvage ;
- En danger (EN) quand l'espèce est confrontée dans un bref délai à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage ;
- Vulnérable (VU) quand l'espèce est confrontée à moyen terme à un risque élevé à l'extinction sauvage.

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1-Utilisation des espèces et menaces pesant sur elles

Les enquêtes menées auprès de la population riveraine de la forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude du complexe aires protégées d'Analamazaotra et de la forêt non classée d'Andranomenabe de Vohidrazana ont permis de connaître que les palmiers *Ravenea sp.* (Anivona) sont utilisés dans la construction de cases. Leurs troncs sont employés pour la fabrication des planchers et des murs de cases. Le prélèvement du chou palmiste constitue aussi une menace principale pesant sur *Ravenea latisecta*. Il est très apprécié par la population à cause de sa saveur douce. Un chou palmiste de *Ravenea latisecta* est vendu au prix de 3000 Ar. Cette espèce est aussi utilisée pour la recherche des larves d'insecte qui servent d'alimentation pour la population locale. Pour cela, les gens effectuent la coupe des pieds de *Ravenea latisecta* au mois d'octobre ; et ils font la collecte des larves au mois

d'avril. Un pied abattu peut donner 15 « kapoaka » de larves environ. Ainsi, le nombre d'individus de cette espèce diminue considérablement durant ces dernières années. En effet, pendant nos prospections, aucun pied de cette espèce n'a été rencontré dans les sites visités.

Les jeunes feuilles de *Ravenea lakatra* sont très recherchées et prélevées pour la vannerie. Pourtant les individus qui ont subi de ce prélèvement ne peuvent plus survivre.

Pour l'espèce *Ravenea louvelii*, aucune utilisation de cette espèce n'a été connue. L'observation sur terrain a permis de remarquer que les inflorescences de certains individus de cette espèce sont exposées à l'attaque des larves. Elles pourrissent rapidement et peuvent plus donner des fruits.

A part ces utilisations, la destruction des habitats produits par la pratique de la culture sur brûlis et l'exploitation massive des produits forestiers constituent des menaces pour ces espèces de palmiers surtout pour les individus dans les forêts en dehors des Aires Protégées.

3.2-Ecologie de l'espèce

a) Milieu d'étude

Les sites visités pour cette étude sont :

- le complexe aires protégées d'Analamazaotra composé par : la Réserve spéciale d'Andasibe, la Station Forestière d'Analamazaotra et le Parc National de Mantadia
- la forêt non classée d'Andranomenabe de Vohidrazana

Le Complexe aires protégées d'Analamazaotra se trouve à environ 147km d'Antananarivo, dans les Communes d'Andasibe et d'Ambatovola, Sous Préfecture de Moramanga. Il est localisé sur le versant oriental de Madagascar au sommet de la falaise Betsimisaraka, vers 18°56' de latitude Sud et 48°25' de longitude Est, d'une altitude allant de 930m à 1010m. La région d'Andasibe et ses environs sont situés dans la zone où la forêt orientale de basse altitude passe insensiblement à la forêt de moyenne altitude des régions centrales. La végétation climacique est du type Forêt dense humide sempervirente avec un sous-bois herbacé (Perrier de la Bathie, 1921).

La forêt d'Andranomenabe se trouve de l'autre côté de la Réserve d'Andasibe, elles sont séparées par la RN2, à environ 1km20 à vol d'oiseau au Sud Est du village d'Ambavaniasy. Se trouvant à 18°59' de latitude Sud et à 48°30' de longitude Est, l'altitude varie de 1200 à 1300m. Les caractéristiques écologiques sont plus ou moins identiques à celles de la Réserve d'Andasibe.

b) Habitat de l'espèce

La description des habitats de chaque espèce étudiée est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Description de l'habitat des espèces cibles

Espèce	Coordonnées géographiques	Préférence topographique	Type de formation	Recouvrement	Type de sol
<i>Ravenea lakatra</i>	18°59'22S 48°30'01E	Mi versant 850 m	FDHS de moyenne altitude (13 m de haut)	Semi ouvert	Sablonneux (gris)
<i>Ravenea latisecta</i>	18°59'25S 48°30'00E	Pente abrupte 900-1000 m	FDHS de moyenne altitude (13 m de haut)	Semi ouvert	Sablonneux (gris)
<i>Ravenea louvelii</i>	18°53'48S 48°24'30 ^E 18°56'51S 48°25'52E	Pente abrupte 800-1273 m	FDHS de moyenne altitude (12 m de haut)	Semi fermé	Argilo-sableux (jaune rougeâtre)

(FDHS : Forêt dense humide sempervirente)

Ces trois espèces de *Ravenea* se trouvent dans les forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude. *Ravenea latisecta* et *Ravenea lakatra* se rencontrent dans les formations semi ouvertes et avec trois strates, tandis que *Ravenea louvelii* s'installe dans les formations semi fermées formations, également à trois strates. Le substrat des deux premières espèces se caractérise par des sols sablonneux et *Ravenea louvelii* se développe sur sols argilo sableux.

c) Flore associée

Le tableau 2 donne les Familles et les espèces associées à chaque palmier étudié avec leur fréquence d'association.

Tableau 2 : Familles et espèces associées

Espèce cible	Familles associées	Espèces associées
<i>Ravenea lakatra</i>	EUPHORBIACEAE (48.3%) SARCOLAENACEAE (11.7%)	<i>Uapaca louvelii</i> (26.7%) <i>Uapaca densifolia</i> (21.7%) <i>Sarcolaena grandiflora</i> (10%) <i>Faucherea laciniata</i> (8.33%)
<i>R.avenea latisecta</i>	CUNONIACEAE EUPHORBIACEAE	<i>Weinmannia bojeriana</i>

<i>R.avenea louvelii</i>	EUPHORBIACEAE (28.8%) LAURACEAE (17.3%)	<i>Uapaca densifolia</i> (15%) <i>Cryptocarya acuminata</i> (7.7%) <i>Uapaca louvelii</i> (7.7%) <i>Uapaca densifolia</i> (7.7%) <i>Prothorus ditimena</i> (7.7%)
--------------------------	--------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Les Euphorbiaceae est la famille communément associée à ces trois espèces de *Ravenea*. Les espèces communes fréquemment associées aux *Ravenea lakatra* et *Ravenea louvelii* sont les espèces des Euphorbiaceae : *Uapaca densifolia* et *Uapaca louvelii*. En plus de ces espèces, *Sarcolaena grandifolia* (Sarcolaenaceae) et *Faucherea laciniata* (Sapotaceae) sont aussi des espèces fréquemment associées au *Ravenea lakatra*, *Cryptocarya acuminata* (Lauraceae) et *Prothorus ditimena* (Anacardiaceae) pour *Ravenea louvelii*.

Pour *Ravenea latisecta*, la détermination de la fréquence d'association des familles et espèces associées n'était pas possible à cause du nombre très restreint (2 seulement) d'individus rencontrés dans les milieux étudiés. Il faut au moins 10 individus pour connaître les espèces associées.

d) Abondance spécifique

Au moins une sous-population par espèce a été visitée durant les études sur terrain. La valeur de l'abondance spécifique de l'espèce estimée dans une sous-population est considérée comme l'abondance minimale considérée dans les critères de catégorisation des risques d'extinction.

Le tableau 3 présente la densité, l'abondance spécifique et le nombre de sous population de chaque espèce dans les sites étudiés.

Tableau 3 : Abondance spécifique de l'espèce dans les sites étudiés

Espèces	Localité	Densité (ind/ha)	Abondance spécifique (ind)	Sous population
<i>Ravenea. lakatra</i>	Andran omena Vohidrazana	16	48	1
<i>R.avenea latisecta</i>	Andran omena Vohidrazana	2 individus recensés	2	1
<i>R.avenea louvelii</i>	SF	14	14	1
	d'Andasibe RS Andasibe	5	5	1

Parmi ces trois espèces, *Ravenea latisecta* est la moins abondante avec 2 individus seulement dans la forêt d'Andranomenabe de Vohidrazana ;

Ravenea lakatra ne se trouve aussi que dans la forêt d'Andranomenabe avec une densité estimée à 16 individus par hectare, et une abondance spécifique de 48 individus ;

Ravenea louvelii se trouve dans la Station forestière d'Analamazaotra et la Réserve Spéciale d'Andasibe avec une abondance de 14 individus pour la première et 5 individus pour la seconde.

Au niveau des sites étudiés, chaque espèce est représentée par une sous population seulement.

e) Régénération naturelle

Les palmiers se régénèrent par la germination de graine. Les deux espèces : *Ravenea louvelii* et *Ravenea lakatra* présentent une bonne régénération avec des valeurs de taux de régénération respectives 6300 % et 118,75%. L'abondance des plantules dans la formation étudiée rend ces taux élevés. En absence de perturbation, le renouvellement du peuplement de ces espèces est assuré.

Pour *Ravenea latisecta*, aucun individu de régénération de cette espèce a été recensé sur les lieux étudiés. Mais il est fort probable que sur d'autres lieux, des jeunes pousses de ce palmier pourraient être présentes.

3.3- Distribution géographique de l'espèce

La carte de distribution géographique de chaque espèce est représentée dans la fiche technique de l'espèce. Elle est établie à partir des données collectées dans différentes sources (ouvrages scientifiques, étiquettes des spécimens d'herbier à Tsimbazaza, données tirées de TROPICOS II specimen search engine et des données sur terrain).

L'analyse de la carte de distribution a permis de déterminer : l'aire d'occurrence, l'aire d'occupation et le nombre de sous population de l'espèce étudiée dans toute surface de l'île. D'après cette analyse, on peut dire que *Ravenea lakatra*, *Ravenea latisecta* et *Ravenea louvelii* sont des espèces à distribution restreinte (Annexe).

Ravenea lakatra présente une aire d'occurrence égale à 4895,7 km² et une aire d'occupation de 37,5 km² avec un nombre de sous population égale à 6. Elle se trouve dans la région d'Andasibe de Manakara et de Manombo.

Ravenea latisecta est seulement connue dans la région d'Andasibe avec une aire d'occurrence de 2,23 km² et un nombre de sous population très restreint égal à 2.

Ravenea louvelii est aussi seulement connue dans la région d'Andasibe avec 2 sous population. Son aire d'occurrence est de 0,1 km²

3.4- Evaluation des risques d'extinction

Les caractères et/ou les valeurs des différents paramètres utilisés pour l'estimation des risques d'extinction pour chaque espèce étudiée sont récapitulées dans le tableau ci dessous.

Tableau 4 : Récapitulatif des paramètres utilisés pour l'évaluation des risques d'extinction

Espèce	<i>Ravenea.lakatra</i>	<i>Ravenea.latisecta</i>	<i>Ravenea.louvelii</i>
Nom vernaculaire	Lakatra	Marinjo	Tsiampiroa
Site d'étude	Andranomenabe	Andranomenabe	Andranomenabe
Formations végétales	FDHSMA	FDHSMA	FDHSMA
Abondance	48	2	19
Régénération	assez bonne	aucune	très bonne
Aire d'Occurrence km ²	4895.66	2.23595	0.0616
Aire d'Occupation km ²	37.5	-	-
Distribution	large	restreinte	restreinte
Nombre total de sous-population	6	2	2
Catégorie de Dransfield (1995)	EN	EN	EN
Catégorie selon UICN	En danger (EN)	En danger critique (CR)	En danger critique (CR)

Ravenea latisecta et *Ravenea louvelii* présente une aire d'occurrence restreinte inférieure à 100 km². Les effectifs de leurs individus sont réduits à cause de la destruction de l'habitat et de l'exploitation sélective excessive que subissent ces deux espèces. Les deux populations de chacune de ces espèces ont des individus matures de nombre inférieur à 250. D'après ces résultats, ces espèces *Ravenea latisecta* et *Ravenea louvelii* peuvent être considérées comme espèces en danger critique d'extinction (CR) en ce moment si elles étaient simplement en danger (EN) selon Dransfield et Beentj (1995).

Ravenea lakatra qui est une espèce en danger (EN), a une aire d'occurrence inférieure à 5000km² et une aire d'occupation inférieure à 500 km². La

réduction des effectifs des individus est due à la perte d'habitat et à l'exploitation sélective.

3.5-Proposition de plan de conservation

Les trois palmiers étudiés : *Ravenea lakatra*, *Ravenea latisecta* et *Ravenea louvelii* sont toutes des espèces menacées. Les deux premières sont très utilisées dans la vie quotidienne de la population riveraine de la forêt humide de moyenne altitude. Elles servent aussi comme source de revenu. Cependant, les populations ne prennent aucune mesure pour les protéger ou les multiplier. La conservation de ces espèces devrait être commencée par l'éducation environnementale. En ce qui concerne le problème de l'insuffisance alimentaire pendant la période soudure, on peut procéder à l'amélioration des produits agricoles. Pour le cas de l'utilisation de *Ravenea lakatra* dans l'artisanat, il faudrait chercher d'autres matières de remplacement. L'enrichissement et la multiplication de ces espèces dans le milieu naturel et leur réintroduction dans les aires protégées devraient être envisagés. Des propositions de plan de conservation pour ces espèces sont résumées dans les tableaux suivants.

Tableau 5 : Proposition de plan de conservation de *Ravenea lakatra*

	Problème	Solution	Activités	Implication
IMPACT	Réduction de la population	Valorisation de l'espèce	Multiplication et réintroduction dans le milieu naturel	Responsable de la conservation et Communauté locale
PRESSION	Extraction excessive	Conscientisation	Formation de la population locale sur la valeur de l'espèce, et l'importance de sa conservation	Responsable de la conservation
CAUSE	Vannerie	Utilisation d'autres matières	Recherche et suggestion d'autres matières de remplacement	Responsable de la conservation
	Source de revenu	Appui au développement	Amélioration des produits agricoles	Technicien agricole

Tableau 6 : Proposition de plan de conservation de *Ravenea latisecta*

IMPACT	Réduction de la population	Valorisation de l'espèce	Multiplication et réintroduction dans le milieu naturel	Responsable de la conservation et Communauté locale
PRESSION	Extraction excessive	Conscientisation	Formation de la population locale sur la valeur de l'espèce, et l'importance de sa conservation	Responsable de la conservation
CAUSE	Alimentation Source de revenu	Valorisation d'autres produits alimentaires Appui au développement	Amélioration des produits agricoles	Responsable de la conservation Technicien agricole

4. CONCLUSION

Les études ethnobotaniques, biogéographiques et écologiques, complétées par les études bibliographiques ont contribué à atteindre les objectifs. *Ravenea latisecta* et *Ravenea louvelii* se trouvent seulement dans les forêts humides de moyenne altitude de la région de Moramanga tandis que *Ravenea lakatra* se rencontre aussi bien dans ces forêts de Moramanga que dans les forêts littorales de la région de Manakara.

L'utilisation dans la vie quotidienne de la population riveraine et la dégradation de leur milieu naturel constituent les menaces principales pour ces espèces.

Ravenea lakatra et *Ravenea louvelii* présentent une bonne régénération et elles sont présentes dans les Aires Protégées (RS et SF d'Analamazaotra). Pour *Ravenea latisecta*, le taux de régénération est très faible et nous ne l'avons rencontré que dans les forêts en dehors des Aires Protégées.

L'évaluation des risques d'extinction selon les critères de l'UICN a permis de redéfinir le statut de conservation de ces espèces : *Ravenea latisecta* et *Ravenea louvelii* qui étaient auparavant simplement en danger (Dransfield et

Beentj, 1995) sont devenues en danger critique d'extinction (CR) à cause de leur distribution très restreinte et la taille de la population faible. *Ravenea lakatra* est toujours considérée comme espèce en danger (EN). Parmi ces espèces, *Ravenea louvelii* étant la seule espèce inscrite dans l'annexe II de la liste CITES.

Des plans de conservation ont été proposés pour ces espèces dans leur milieu naturel. La conservation de l'habitat est la plus désirable, mais c'est aussi l'action la plus difficile à entreprendre. Les facteurs de perturbation et de dégradation forestière sont en général l'écrémage et la collecte de bois de chauffe. Il est évident d'améliorer la production agricole, cependant, cela prendra beaucoup de temps. L'éducation sur la conservation est efficace lorsqu'elle est accompagnée par des processus d'amélioration du niveau de vie de la population locale. La plupart des populations rurales réalisent la nécessité de la conservation des forêts étant donné qu'ils y puisent les plantes médicinales, l'aliment et d'autres produits forestiers. De plus, la sensibilisation environnementale prend déjà un élan, cependant, il faudrait en même temps renforcer le développement local

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements et toute notre profonde reconnaissance à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont apporté leur contribution à la réalisation de cette étude :

- Conservation International Madagascar
- Le Groupe des Spécialistes des Plantes de Madagascar
- L'ANGAP Andasibe

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brower, J.E., Zar, J.H. & Von Ende, C.N., 1990.** Field and laboratory methods for general ecology. 3rd ed. Brown Publishers. United States of America.
- Dransfield, J. & Beentje, H., 1995.** The Palms of Madagascar, Royal Botanical Gardens, Kew and the Norwich International Palm Society. First published. HMSO. Great Britain.
- Gautier, R., Birkinshaw, C., Messmer, N. ; Ralimanana, H., Ranaivojaona, R., Randrianaivo, R., Ravololonanahary, H., 1994.** structure et flore de la forêt sur la pente d'Andranomay : recherche pour le développement. Série Sciences Biologiques, 13 : 15-29.
- GREIG-SMITH, P., 1964.** Quantitative plant ecology. 2nd ed. Butterworths. London Great Britain.

- Keith, D.A., 1998.** An elevation and modification of World conservation Union Red List criteria for classification of extinction risk in vascular plants. *Conservation Biology*, 12(5) : 1076-1090.
- Raoninjatovoherivony, H., 1997.** Approche écolole sur l'évaluation des impacts anthropiques dans les lots forestiers de Betsako-Ankazoabo Sud. Mémoire en D.E.A. option Ecologie végétale. Université d'Antananarivo.
- Rothe, P.L., 1964.** Régénération naturelle en forêt tropicale. Le « *Dypterocarpus dreysi* » (DAU) sur le versant cambodgien du Golf de Sian, bois et forêt des tropiques. Pp. 386-397.
- Schatz, G.E., Birkinshaw, C., Lowry II, P.P., Randriatafika, F. & Ratovoson, F., 2000.** The endemic plant families of Madagascar project : integrating taxonomy and conservation. In Lourenço W.R. & Goodman S.M. (eds), « *Diversité et Endémisme à Madagascar* ». Actes du II Colloque International de Biogéographie de Madagascar, Paris, France, 30 août – 2 septembre 1999. Mémoire de la Société de Biogéographie, Paris : 11-24.
- TROPICOS II.** Base de données sur spécimens de *Dyopsis* récolts. Sur le site web : <http://www.mobot.org/W3T/research/vast2.html>. tropicos II specimens search engine.
- UICN, 1994.** Catégories de l'UICN pour les Listes rouges. UICN Gland. Suisse.
- UICN, 2001.** Catégories et critères de l'UICN pour les Listes rouges. Version 3.1. UICN Gland. Suisse.
- UICN, 2002.** Catégories et critères de l'UICN pour les Listes rouges. UICN Gland. Suisse.

ANNEXES

FICHE TECHNIQUE de *Ravenea lakatra*

Nom scientifique : *Ravenea lakatra*
 Nom vernaculaire : lakabololona, lakatra
 Localités : Andranomenabe (Vohidrazana)
 Habitat : FDHS de basse altitude 90-850m
 Sol : sablonneux

DESCRIPTION

Port : palmier solitaire
 Tronc : hauteur 4.5-14m
 diamètre 13-17cm
 Feuilles : nombre 8-10 sur une couronne
 rachis 2-3.5m
 pétiole 80-160cm
 folioles 87-98 de chaque côté du rachis
 apex bifide
 Inflorescence staminale : interfoliaire, solitaire, branchée de 1 ordre
 Inflorescence : interfoliaire, solitaire, branchée de 1 ordre
 Fruit : noirâtre, globuleux 15-20mm x 18-21mm
 Graine : tégument noir 9-10mm x 5-10mm

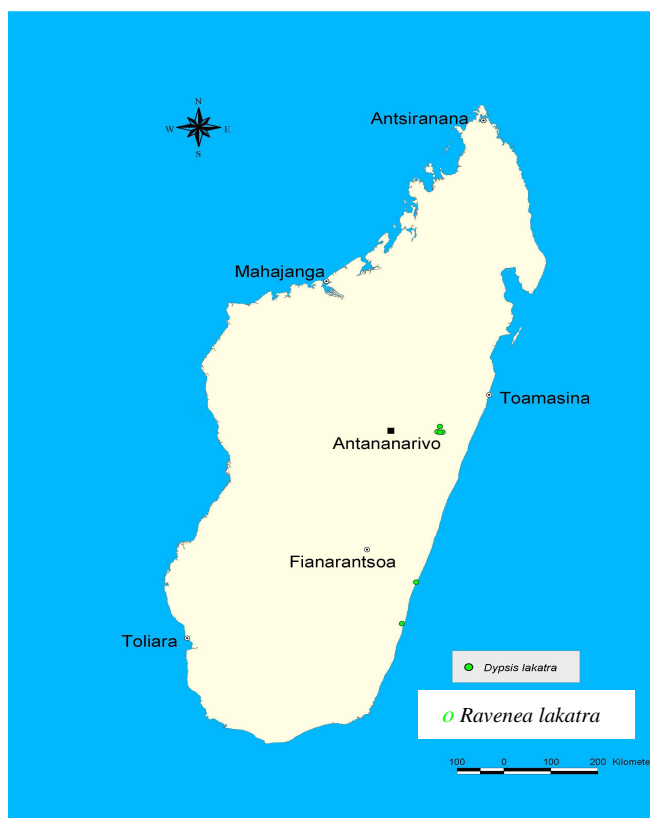
PHENOLOGIE

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Etat végétatif								+				

CONSERVATION

Utilisation : alimentation (larves dans les troncs)
 construction (plancher)
 artisanat (jeunes feuilles)
 Menace : distribution très restreinte
 destruction de l'habitat
 Statut de conservation : EN (Dransfield) / EN (UICN)
 Recommandation spéciale :

DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE



FICHE TECHNIQUE de *Ravenea latisecta*

Nom scientifique : *Ravenea latisecta*
 Nom vernaculaire : Marinjo
 Localités : PN Analamazaotra-Mantadia
 Andranomenabe (Vohidrazana)
 Habitat : FHDS de moyenne altitude
 900-1000m
 Sol : sableux

DESCRIPTION
 Port : palmier solitaire
 Tronc : hauteur 6-10m
 diamètre 15-
 Feuilles : nombre 6-13 sur un
 rachis
 pétiole 15-50cm
 folioles
 apex

Inflorescence staminale : interfoliaire, branchée de 2 ordres
 Inflorescence : probablement solitaire
 Fruit : ovale à elliptique, jaune à rouge 10mm x 7mm
 Graine : non enregistrée

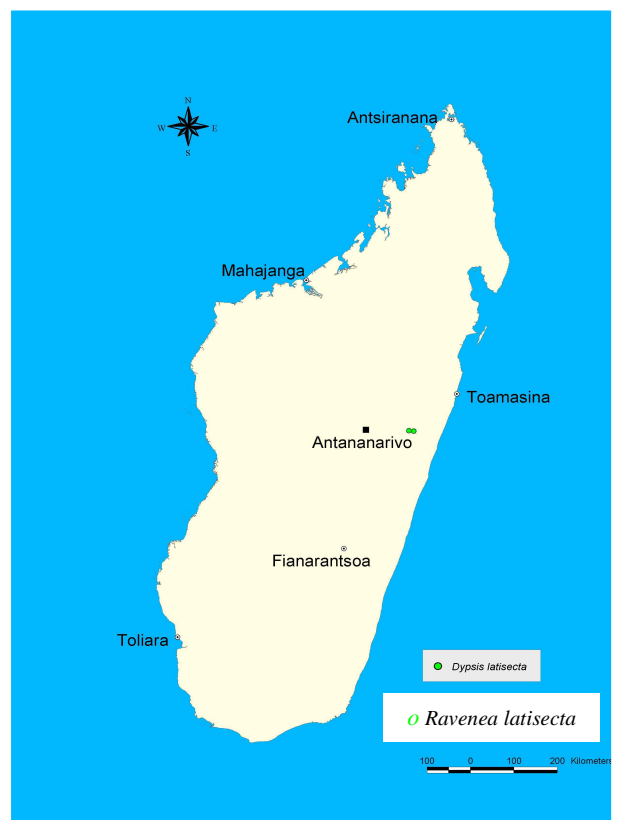
PHENOLOGIE

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Etat végétatif				+				+				
Floraison			+	+					+			+
Frutaison												

CONSERVATION

Utilisation : alimentation (choux palmiste)
 construction (tronc)
 Menace : taille de la population très réduite
 à cause de la surexploitation de choux palmiste, nombre restreint
 Statut de conservation : EN (Dransfield) / CR (UICN)
 Recommandation spéciale :

DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE



FICHE TECHNIQUE de *Ravenea louvelii*

Nom scientifique : *Ravenea louvelii*
 Nom vernaculaire : Tsiampiroa, lakamarefo
 Localités : SF Analamazaotra
 RS Andasibe
 Andranomenabe (Vohidrazana)
 Habitat : FDHS de moyenne altitude
 800-1000m
 Sol : sablo-argileux

DESCRIPTION

Port : palmier solitaire
 Tronc : hauteur 1.5-3m
 diamètre 15-20cm
 Feuilles : nombre 9-14 sur une couronne
 rachis 2.2-3m
 pétiole 50-130cm
 folioles 80-104 de chaque côté du rachis
 apex
 Inflorescence staminale : solitaire, branchée de 1 ordre, cachée entre les bases des
 feuilles
 Inflorescence interfoliaire, solitaire, branchée de 1 ordre
 Fruit : arrondi, violet noir, jaune à maturité 13-14mm x 15-
 20mm

PHENOLOGIE

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Etat végétatif						+		+				
Floraison			+			+					+	
Fructaison		+										+

CONSERVATION

Utilisation : non enregistrée
 Menace : nombre très bas de la population
 <20
 destruction de l'habitat
 aire d'occupation très rétrécie
 Statut de conservation : EN (Dransfield) / CR (UICN)
 Recommandation spéciale : mesure de protection
 spécifique
 programme de régénération ex-
 situ

DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE



STRUCTURES DE LA FORET D'ANGAVOKELY : CAS DU MONT ANGAVOBE

Miadana Harisoa FARAMALALA., Vonjison RAKOTOARIMANANA, Edmond ROGER & Benja RAKOTONIRINA

BP 906, Département de Biologie et écologie Végétales, Faculté des Sciences. Université d'Antananarivo

RESUME

Le piémont situé à l'ouest du Mont Angavobe, dans la Station Forestière d'Angavokely, a fait l'objet d'inventaire écologique qui a permis d'en définir les structures horizontale et verticale des formations de bas, mi et hauts versants. Ce sont des formations relictées de la végétation primaire de la zone qui est une forêt dense humide sempervirente de la Série à *Tambourissa* et *Weinmannia* définie par Humbert H. (1955). Au préalable, l'homogénéité de ces formations était déterminées.

Mots-clés : *Angavokely, Mont Angavobe, forêt naturelle relictée, structure horizontale, structure verticale.*

1. INTRODUCTION

La Station Forestière d'Angavokely se trouve dans les Hauts Plateaux à des altitudes situées entre 1200 et 1787m. Elle comporte une relictée de la forêt dense humide sempervirente de la Série à *Tambourissa* et *Weinmannia* définie par Humbert H. (1955). Cette forêt reçoit les dernières humidités de l'alizé du sud-est, et les conditions climatiques de la région permettent l'installation de différentes formations végétales dépendant du type de sol, en particulier au niveau des principaux massifs de la station. Raison pour laquelle, des études structurales de ces différentes formations végétales ont été effectuées.

Le massif d'Angavobe, au pied duquel la présente étude a eu lieu, culmine à 1755m, au sud de la station d'Angavokely. Trois types de forêt, situés en haut versant, à mi-versant et en bas versant ont été identifiés au piémont d'Angavobe. Ce sont des formations plus ou moins homogènes qui présentent des physionomies différentes.

2. MILIEU D'ETUDE

La station forestière d'Angavokely fait partie de la région d'Analamanga et est localisée entre les latitudes Sud de 18°54' et de 18°57', et entre les longitudes Est de 47°43' et de 47°47'.

La forêt d'Angavokely présente plusieurs microclimats assez originaux, favorisant l'installation de formations particulières en fonction du sol. Elle se situe dans la zone climatique des hauts-plateaux (température moyenne annuelle de 17°C et précipitation annuelle pouvant aller jusqu'à 1100mm répartie sur 81 jours) qui est exposée à un vent humide (80,10%) sur le versant oriental malgache. Elle est donc soumise à un climat de type tropical frais, présentant deux saisons bien marquées :

- une saison fraîche et sèche de six (6) mois (de mai à septembre), et
- une saison pluvieuse et chaude de sept (7) à huit (8) mois (d'octobre à avril).

La forte humidité du milieu est prouvée par la présence des mousses sur le sol et sur les troncs d'arbres ainsi que la présence de plusieurs variétés d'orchidées. Ceci montre bien l'appartenance de cette formation à la série à *Tambourissa* et *Weinmannia*. Les arbres de cette série ont été relevés dans le cadre de cette étude.

La forêt de la Station d'Angavokely est plus basse que celle de la région orientale. La strate supérieure de cette forêt ne dépasse pas 15m de hauteur. La strate arbustive est constituée par les mêmes espèces que la strate supérieure. La strate herbacée est très dense et est essentiellement constituée par les plantules de certaines essences arbustives telles que *Tambourissa sp* (Monimiaceae), *Phyllarthron madagascariensis* (Bignoniaceae), *Evodia fatraina* (Rutaceae)... On constate la disparition de certaines espèces autochtones telles qu'*Uapaca sp.* (Myrtaceae), les *Craspedospermum* (Apocynaceae) et les Lauraceae. De même, l'envahissement des espèces de reboisement telles que *Pinus keshya* et *Eucalyptus sp* donne un aspect modifié du paysage.

Le point culminant du mont Angavobe, repère de la présente étude, se trouve exactement à une latitude de 18°55'36.4" Sud et à une longitude de 47°45'05.9" Est.

3. METHODES D'ETUDE

3.1. Choix et localisation de la zone d'étude

Le choix de la zone d'étude est effectué après une prospection de toutes les zones faisant partie du domaine forestier d'Angavokely. Ces observations ont permis de mettre en évidence les variations physiologiques, topogéomorphologiques de cette forêt.

Le massif forestier d'Angavobe a été stratifié d'après des critères de nature topographique (altitudes différentes) et pédologique (substrat meuble, roaille et bloc granitique).

Le choix des emplacements des sites de relevés a été fait de façon objective tenant compte de l'homogénéité physi­nomique de chaque formation, de son homogénéité floristique, et enfin de l'uniformité des conditions écologiques apparentes.

Trois (3) relevés correspondant à trois types physi­nomiques différents suivant la topographie ont été effectués.

3.2. Test d'homogénéité

Selon Gounot (1969), une surface de végétation homogène est définie comme étant une surface où il n'y a pas d'écart de composition floristique appréciable entre ses différentes parties.

L'établissement de la courbe de fréquence des espèces proposée par Raunkiaer est utilisé pour tester l'homogénéité de chaque relevé. L'homogénéité est définie en fonction de l'allure de la courbe de fréquence des espèces groupées en classes différentes (Classe I à V) suivant les valeurs suivantes :

- Classe I : 0 à 20%
- Classe II : 21 à 40%
- Classe III : 41 à 60%
- Classe IV : 61 à 80%
- Classe V : 81 à 100%.

Le relevé est homogène quand l'allure de la courbe de fréquence est en forme de « L » ou en forme de « U ».

3.3. Etude de la structure de la végétation

La structure de la végétation est définie comme la répartition et l'agencement des espèces dans une formation végétale. L'application de cette méthode permet d'avoir une image réelle ou représentative de l'ensemble de la végétation. L'étude de la structure de la végétation se fait de deux façons:

- la structure horizontale qui permet de savoir la répartition, la densité et la disposition des espèces constituant la formation, et
- la structure verticale qui porte sur le mode de recouvrement, la stratification de la formation.

➤ Structure horizontale de la végétation

La méthode de Godron a été utilisée pour définir la structure horizontale de la végétation. C'est un profil schématique d'une partie de la végétation sur un transect long de 50m. Toutes les espèces touchant la ligne de ce transect sont dessinées sur le profil de la végétation, et les plantes comprises

dans les deux bandes parallèles (sur 1m de chaque côté du transect) sont projetées sur le profil.

➤ **Structure verticale de la végétation**

La méthode de Gautier a été utilisée pour définir la structure verticale des formations végétales étudiées. La structure verticale permet de reconnaître l'architecture floristique du milieu d'étude. Le diagramme de recouvrement des espèces de la formation permet d'apprécier le degré d'ouverture de la canopée et la stratification des espèces de la formation.

Sur un transect de 50m, la hauteur de la végétation est définie à travers une gaule graduée par mètre ou échenilloir, qu'on déplace tous les mètres. Une présentation informatique des résultats permet de mettre en évidence la structure verticale de la végétation. Le résultat de cette méthode est un profil schématique de la stratification de la végétation par mètre où le pourcentage de recouvrement par classe de hauteur peut être calculé. Les nuages de traits correspondent à la surface foliaire, qui permet aussi de déduire le degré d'ouverture de la formation.

Le recouvrement est défini comme étant la surface recouverte par les plantes par rapport à la surface totale du relevé. En effet, il suffit de compter le nombre de cases cochées en le divisant par le nombre total de cases par classe de hauteur. Le taux de recouvrement est donné sous forme d'histogramme par type de formation. Il peut être déduit à partir du schéma traité sur le tableur Excel.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Flore et végétation du bas-versant

Ce premier relevé a été localisé sur 18°55'51.1" de latitude Sud, 47°45'04.8" de longitude Est et entre 1425 et 1450 m d'altitude.

La végétation est une forêt dense humide assez haute, où les arbres peuvent atteindre 15 m de hauteur. Cent six (106) individus ont été recensés, correspondant à trente cinq (35) espèces appartenant à 22 Familles.

Les Familles et les genres les plus représentés sont :

- Rubiaceae: *Saldinia sp*, *Canthium sp*, *Oncostemum sp*, *Mapouria parkeri*.
- Araliaceae: *Cuphocarpus sp*, *Polyscias ornifolia*, *Schefflera myriantha*.
- Euphorbiaceae: *Macaranga alnifolia*, *Anthostema madagascariensis*.
- Anacardiaceae: *Rhus thouarsii*, *Rhus taratana*.

Des espèces de la végétation climacique de la zone sont présentes mais ne sont plus très abondantes. On peut citer *Tambourissa purpurea*, *Weinmannia* sp. *Psychotria* sp., *Rheedia madagascariensis*, *Evodia fatraina*, *Phyllarthron madagascariensis*, *Coffea* sp., *Eugenia* sp., *Draceana reflexa*.

➤ **Homogénéité floristique**

La distribution des espèces par classe de fréquence est donnée par la figure 1.

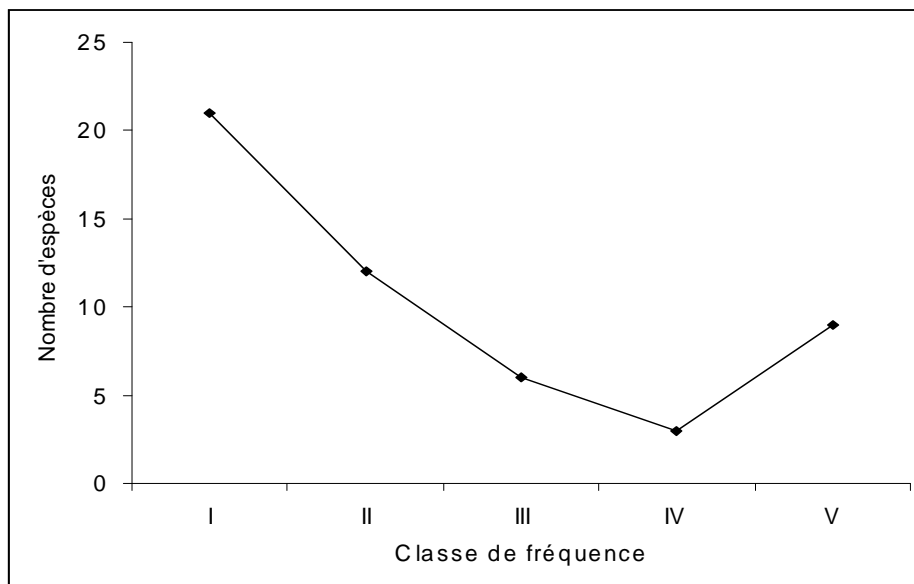


Figure 1 : Courbe de distribution des espèces par classe de fréquence

L'allure de la courbe en « L » prouve l'homogénéité floristique de cette formation végétale.

➤ **Structure horizontale**

Le profil horizontal (Figure 2) de la végétation montre que les grands arbres se trouvent principalement en bas, près d'un petit cours d'eau qui prend source dans la station. Ces arbres sont groupés dans les endroits les plus humides de la station, et sont plus dispersés en altitude. La strate herbacée est surtout formée par *Setaria* sp, des fougères ainsi que plusieurs plantules des arbres de la strate supérieure. L'hauteur des arbres diminue progressivement au fur et à mesure que l'on monte le long de la pente. Ceci est expliqué par la présence d'un grand rocher au niveau de la ligne de transect d'une part, et par l'existence d'un microclimat qui règne au sein de la station d'autre part.

➤ **Structure verticale**

Les figures 3 et 4 donnent respectivement le profil vertical et le taux de recouvrement de la végétation.

On peut déduire de la figure 3, trois strates assez distinctes qui sont bien confirmées par le profil horizontal. En tout cas, la végétation est encore assez dense dans cette formation, en particulier, au niveau de ce relevé qui correspond à l'altitude la plus basse de tous les autres relevés.

Les strates mises en évidence sont :

- La strate inférieure de 0 à 4 m de hauteur, discontinue, avec un degré de recouvrement moyen de 37% à 68%.
- La strate moyenne de 4 à 8 m de hauteur, dont le degré de recouvrement est très élevé et varie de 68% à 72% ; donc cette formation est encore très dense, du moins au niveau de cette strate. En effet, la masse foliaire est surtout concentrée dans cette strate moyenne
- La strate supérieure de 8 à 13 m de hauteur, avec un degré de recouvrement moyen entre 35% et 67% et quelques émergents pouvant atteindre 15m de hauteur. La canopée est un peu ouverte, favorisant le développement de la strate inférieure, ainsi que les plantules des arbres des strates supérieures.

Flore et végétation de la formation de transition

Il s'agit d'une forêt dense humide de la Série à *Tambourissa* et *Weinmannia*, sur rocaille et sur bloc granitique qui se trouve donc, dans une station à microclimat plus humide encore.

Les coordonnées géographiques et altitude de ce relevé sont :

- Latitude Sud 18°55'49.0"
- Longitude Est - Ouest 47°45'02.5"
- Altitude : de 1450 m à 1460 m.

Cent trois (103) individus ont été recensés. Ils sont répartis dans dix sept (17) espèces. L'abondance de certaines familles y est très marquée. On peut noter :

- RUBIACEAE: *Coffea buxifolia*, *Coffea sp*, *Mapouria sp*, *Saldinia sp...*
- MELIACEAE : *Malleastrum sp ...*
- EUPHORBIACEAE : *Anthostema madagascariensis...*

Homogénéité floristique

La distribution des espèces par classe de fréquence est donnée par la figure 5.

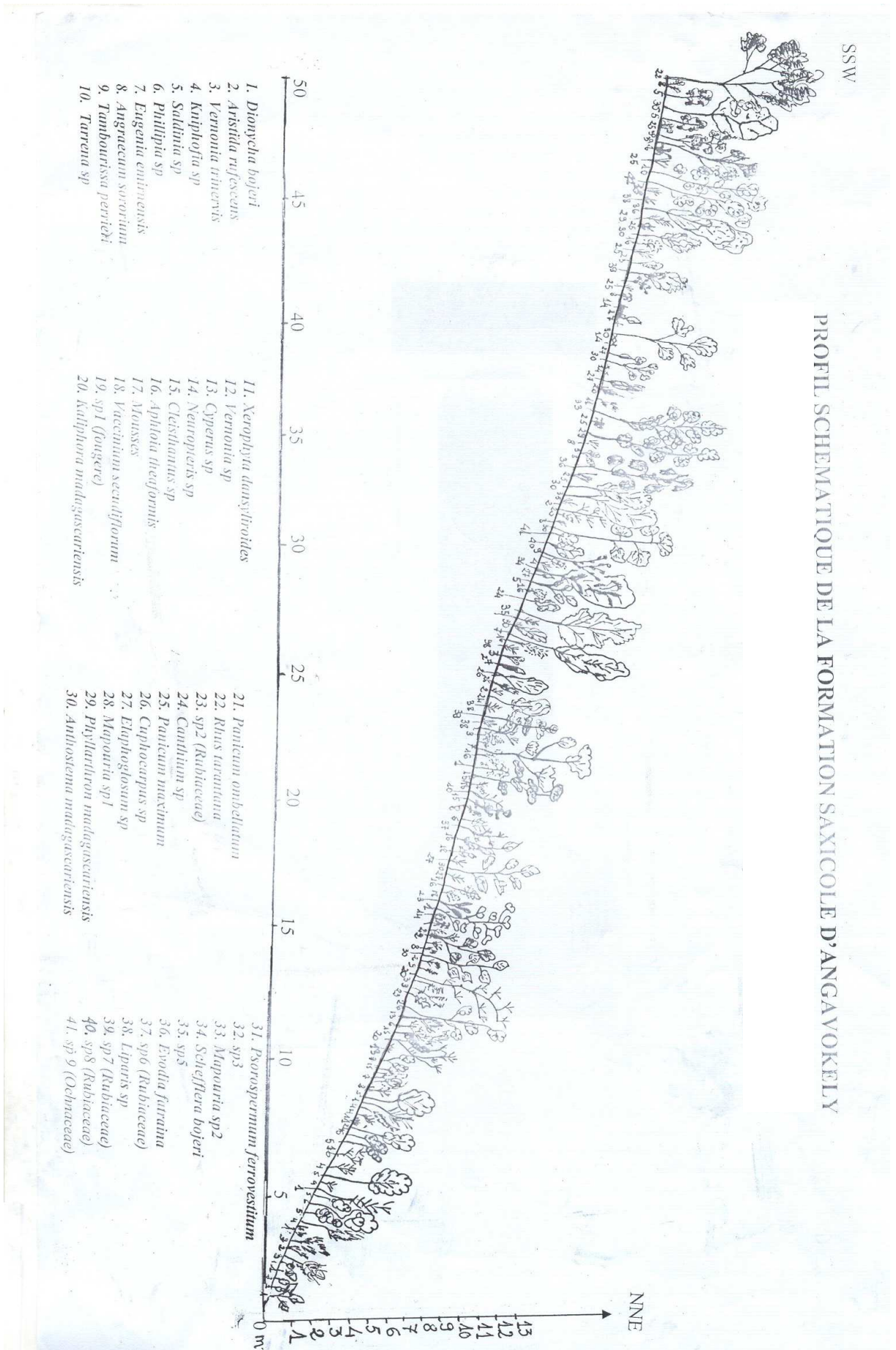


Figure 2 : Profil horizontal de la végétation du bas-versant

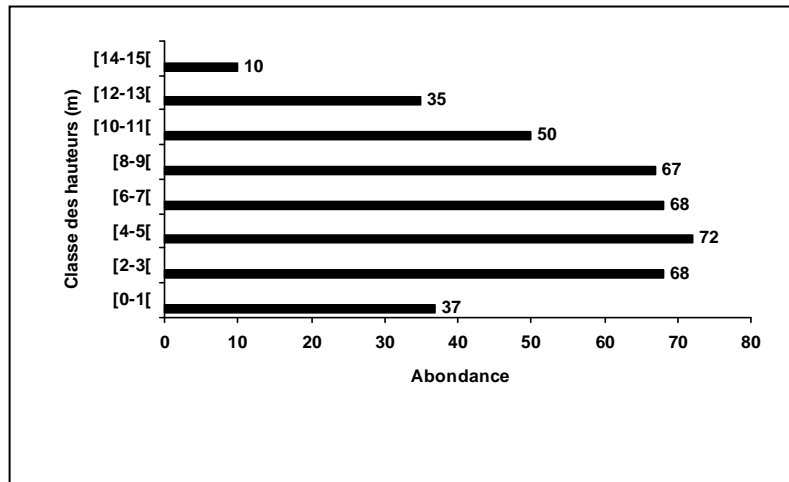
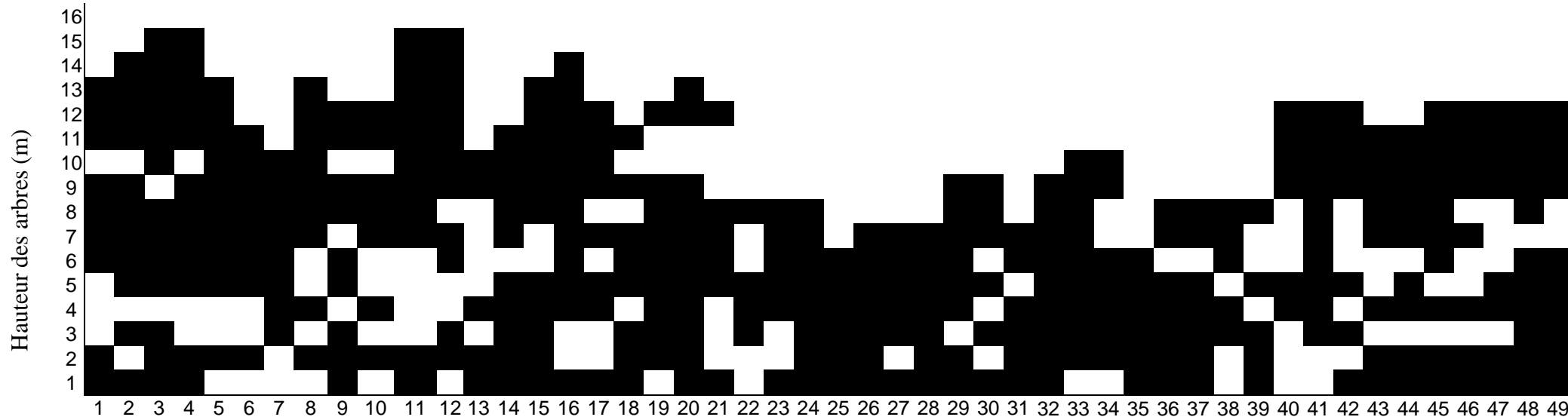


Figure 4 : Taux de recouvrement de la végétation du bas-versant

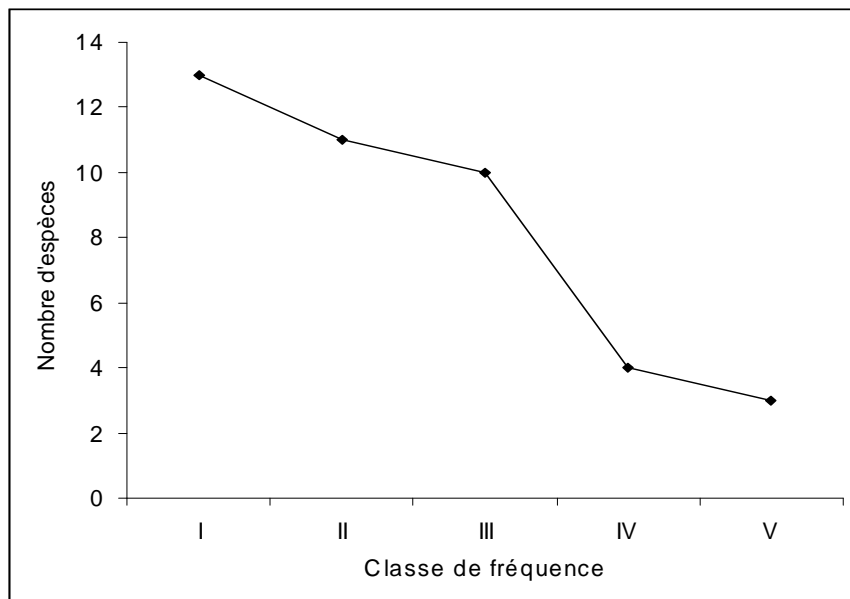


Figure 5 : Courbe de distribution des espèces par classe de fréquence

L'analyse de cette figure montre que la courbe a une allure qui n'est pas très régulière : la formation végétale de cette zone d'étude n'est pas très homogène. On peut en déduire que c'est une zone de transition.

➤ **Structure horizontale**

L'inventaire biologique fait selon la méthode de Godron a donné le profil de la Figure 6.

L'analyse de ce profil montre que la hauteur maximale des arbres ne dépasse pas 12 mètres. Il s'agit donc d'une forêt sempervirente constituée par des individus ligneux de faible diamètre (inférieur à 30 cm). L'abondance de certaines familles y est très marquée et parmi lesquelles, on peut citer les familles des Rubiaceae (*Coffea buxifolia*, *Coffea sp*, *Mapouria sp*, *Saldinia sp...*), des Meliaceae (*Malleastrum sp...*), des Euphorbiaceae (*Anthostema madagascariensis...*).

La voûte forestière offre un degré de luminosité élevé au fur et à mesure que l'on descend et la strate herbacée devient de plus en plus dense. Elle est essentiellement composée par des mousses et des fougères, par *Dracaena reflexa* (Liliaceae), *Casearia nigrecens* (Flacourtiaceae), par des plantules de la strate supérieure telles que *Phyllarthron madagascariensis* (Bignoniaceae), *Tambourissa sp* (Monimiaceae)....

Les arbres ont des troncs minces dont le diamètre ne dépasse pas 30 cm.

Les plus grands sont très dispersés et sont constitués principalement par *Tambourissa sp* (Monimiaceae), *Evodia fatraina* (Rutaceae), *Anthostema madagascariensis* (Euphorbiaceae). On note également l'absence d'arbre à contrefort, l'abondance de lianes et d'espèces lianescentes comme *Jasminium elegans* (Oleaceae) ou des espèces rampantes telles que *Smilax kraussiana* (Smilacaceae), sans compter les espèces épiphytes telles que les orchidées comme *Angraecum sororium*.

➤ **Structure verticale**

La figure 7 ci-dessous représente la structure verticale, celle d'après (figure 8) montre le diagramme de recouvrement. Ces figures prouvent que la formation est bien stratifiée. Rares sont les individus dont la hauteur atteint 12 mètres.

Quatre strates y ont été rencontrées :

- strate inférieure avec un taux de recouvrement de 60%, entre 0 et 2 m,
- strate moyenne arbustive avec un taux de recouvrement de 44 %, entre 2 à 4 m,
- strate moyenne avec un taux de recouvrement allant de 41% à 47%, entre 4 et 8 m,
- strate supérieure avec un taux de recouvrement de 25%, entre 8 et 12 m.

C'est une forêt dense humide pluristrate constituée par des individus ligneux à fût élancé dont la hauteur varie de 4 à 12 m.

Echelle distance et hauteur

$$E = \frac{1}{200}$$

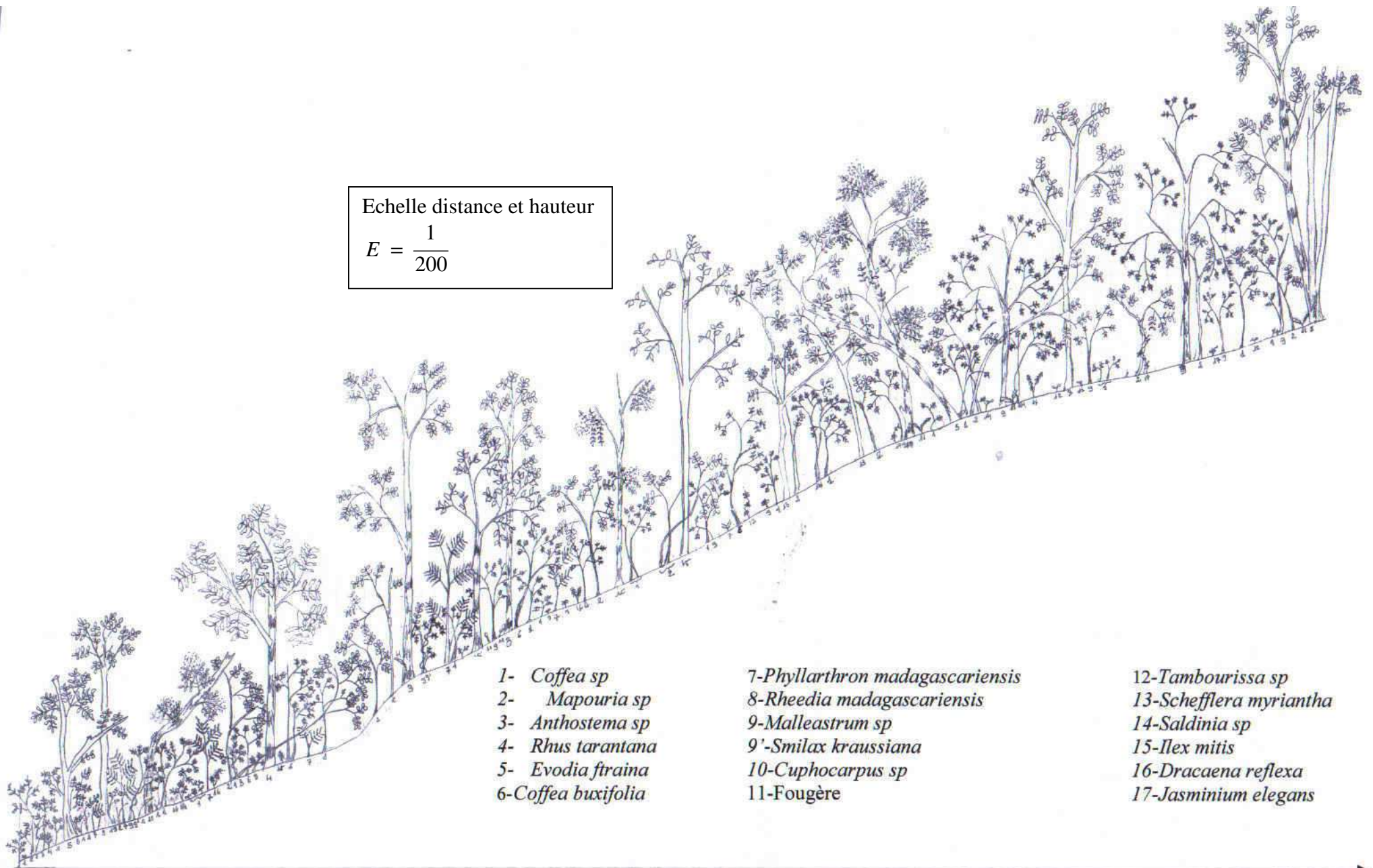


Figure 12.

Profil schématique de la végétation

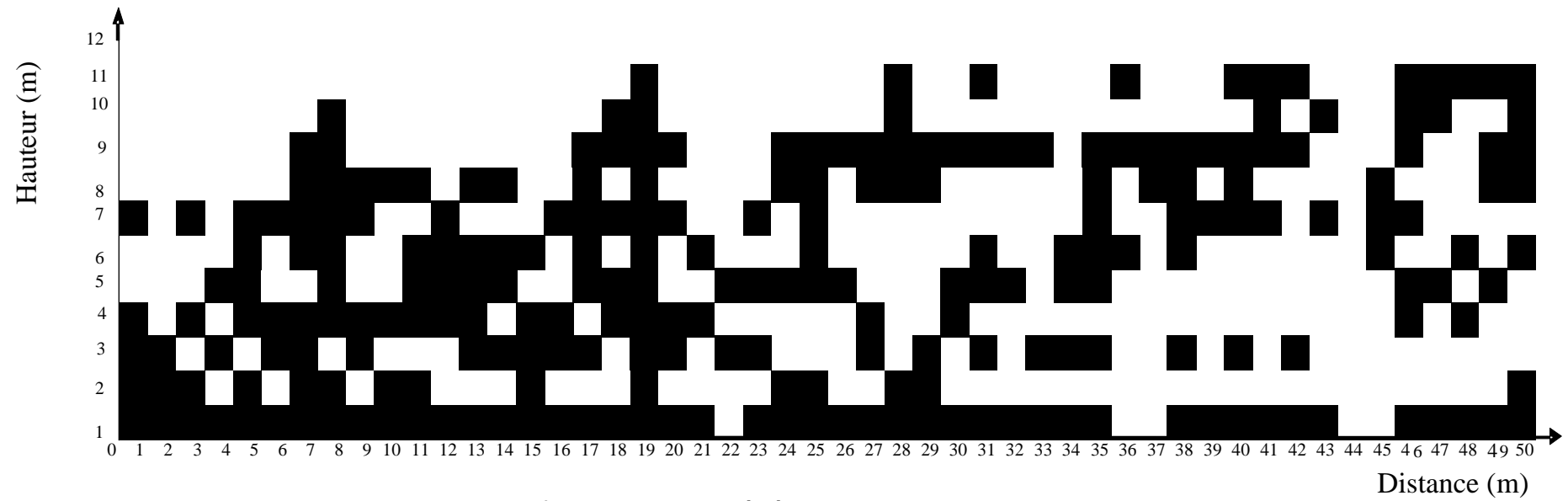


Figure 7_: Profil vertical de la végétation de transition

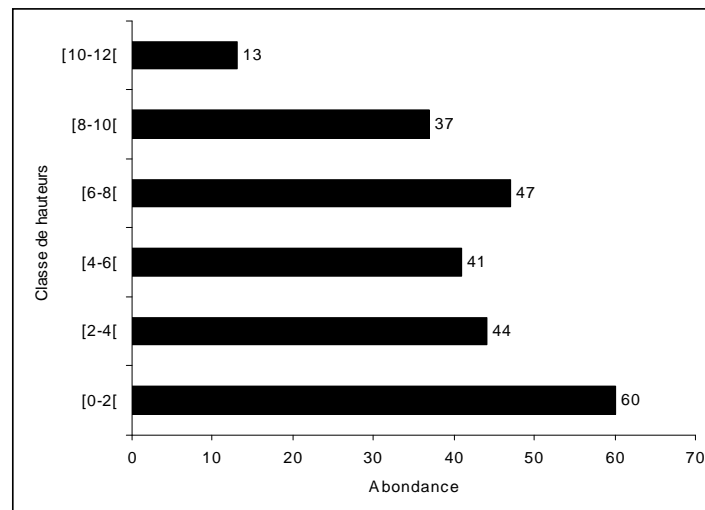


Figure 8 : Taux de recouvrement de la végétation de transition

4.2. Flore et végétation de mi-versant

Cette zone se trouve à :

- 18°55'49.0" de Latitude Sud
- 47°45'02.5" de Longitude Est - Ouest
- entre 1465 et 1475 m d'altitude.

L'étude de la végétation a permis de connaître les caractères physi­nomiques de la formation. Elle est constituée essentiellement d'espèces à feuilles persistantes (espèces sempervirentes). En général, la végétation présente trois strates. La strate supérieure est formée par des espèces héliophiles pouvant atteindre jusqu'à 15m de hauteur. Le degré d'ouverture de la strate supérieure est encore assez faible car la lumière peut à peine pénétrer dans la forêt. La strate moyenne est assez pauvre car elle est constituée principalement par des jeunes plantes appartenant à la famille des RUBIACEAE. Cependant, la strate inférieure ou le sous bois est riche et très dense à cause de l'humidité. La présence des espèces sciaphiles et celle des jeunes plants d'arbres du futur y sont très marquées. Les espèces épiphytes sont nombreuses et appartiennent essentiellement à la famille des Orchidaceae.

Soixante trois (63) espèces appartenant à 31 familles et à 53 genres y ont été recensées. La famille la mieux représentée est Rubiaceae suivie d'Acanthaceae et de Poaceae. Les genres les plus fréquents sont : *Macaranga sp*, *Malleastrum sp*, *Coffea buxifolia*, *Setaria sp...*

➤ **Homogénéité floristique**

La figure 9 montre la distribution des espèces par classe de fréquence.

L'allure de la courbe en « L » prouve l'homogénéité floristique de cette formation végétale.

➤ **Structure horizontale**

Le profil schématique ci-après (Figure 10) montre la structure horizontale de la végétation sur le transect qui a été réalisé. Le profil schématique permet de déterminer d'une part, la disposition des espèces dans l'espace, et d'autre part, de recenser les individus présents sur la ligne de transect. Il conduit à estimer la hauteur moyenne de la canopée à 15m. Les arbres du présent ont une taille assez grande. Au fur et à mesure que l'on monte le long de la pente, on remarque une grande concentration de la masse foliaire.

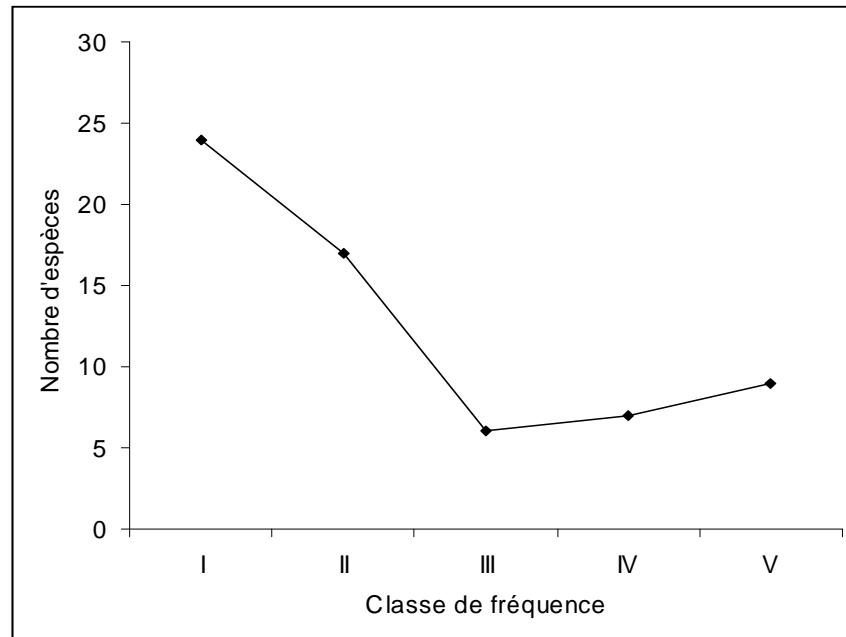


Figure 9 : Courbe de distribution des espèces par classe de fréquence

La canopée est plus ou moins fermée, la strate moyenne est composée d'arbres de 4 à 6m de hauteur. Le sous-bois est formé par des espèces herbacées comme les fougères et les plantules des grands arbres. Les familles les plus représentées sont :

- RUBIACEAE : *Mapouria sp*, *Saldinia sp*, *Coffea buxifolia*,
- SAPINDACEAE: *Filicium sp*, *Canthium sp*,
- MELIACEAE: *Malleastrum sp*,
- EUPHORBIACEAE : *Macaranga sp*, et
- des LIANES (*Jasminium elegans*).

➤ **Structure verticale**

La figure 11 ci-après montre la structure verticale de la formation de mi-versant.

La structure verticale confirme les résultats de la structure horizontale car le schéma montre que la canopée est plus ou moins fermée, donc le degré d'ouverture est moindre (Figure 12).

La figure affirme aussi que la formation est bien stratifiée, les trois strates sont bien distinguées :

- Strate inférieure de 0 à 2m ; elle est discontinue avec un degré de recouvrement assez faible (21%),

- Strate moyenne de 2 à 6m avec un degré de recouvrement moyennement dense (22 à 44%),
- Strate supérieure de 6 à 15m ; le degré de recouvrement est très élevé avec un taux de 45 à 88%.

Les grands arbres ont une hauteur entre 8 à 15m ; la masse foliaire augmente de plus en plus lorsqu'on monte vers la canopée. La strate supérieure est jointive et empêche le développement des espèces héliophiles de la strate inférieure.

5. DISCUSSION

Les relictés de la Station d'Angavokely sont assez dégradées mais conservent quand même leur aspect forestier. Les résultats de la présente étude ont montré une certaine variation altitudinale de cette formation forestière, car le relevé 2 constitue bien une transition entre les deux formations en bas de versant et en hauteur. En bas-versant, la forêt présente un sous-bois plus dense que la strate supérieure. La zone de transition comporte la formation la plus claire. Enfin, en hauteur, la strate supérieure est nettement plus dense que le sous-bois. En terme de composition floristique, les espèces qui constituent les trois relevés sont presque les mêmes. Ce qui prouve aussi leur appartenance à la Série à *Tambourissa* et *Weinmannia*.

6. CONCLUSION

Même si les surfaces inventoriées conservent encore la physionomie typique des forêts, il est important de souligner l'avancement des espèces introduites. La présente étude a contribué à une meilleure connaissance de cette forêt d'Angavokely, avant sa totale disparition. En effet, ces formations restantes sont toutes entourées de plantations de pins.

L'ensemble des relevés est constitué par 59 familles (45 Dicotylédones et 6 Monocotylédones et 8 Ptéridophytes) et 106 genres. Les trois relevés correspondent bien à une seule formation climacique appartenant à la Série à *Tambourissa* et *Weinmannia*. Ce sont des variantes édaphiques et topographiques de la même forêt dense.

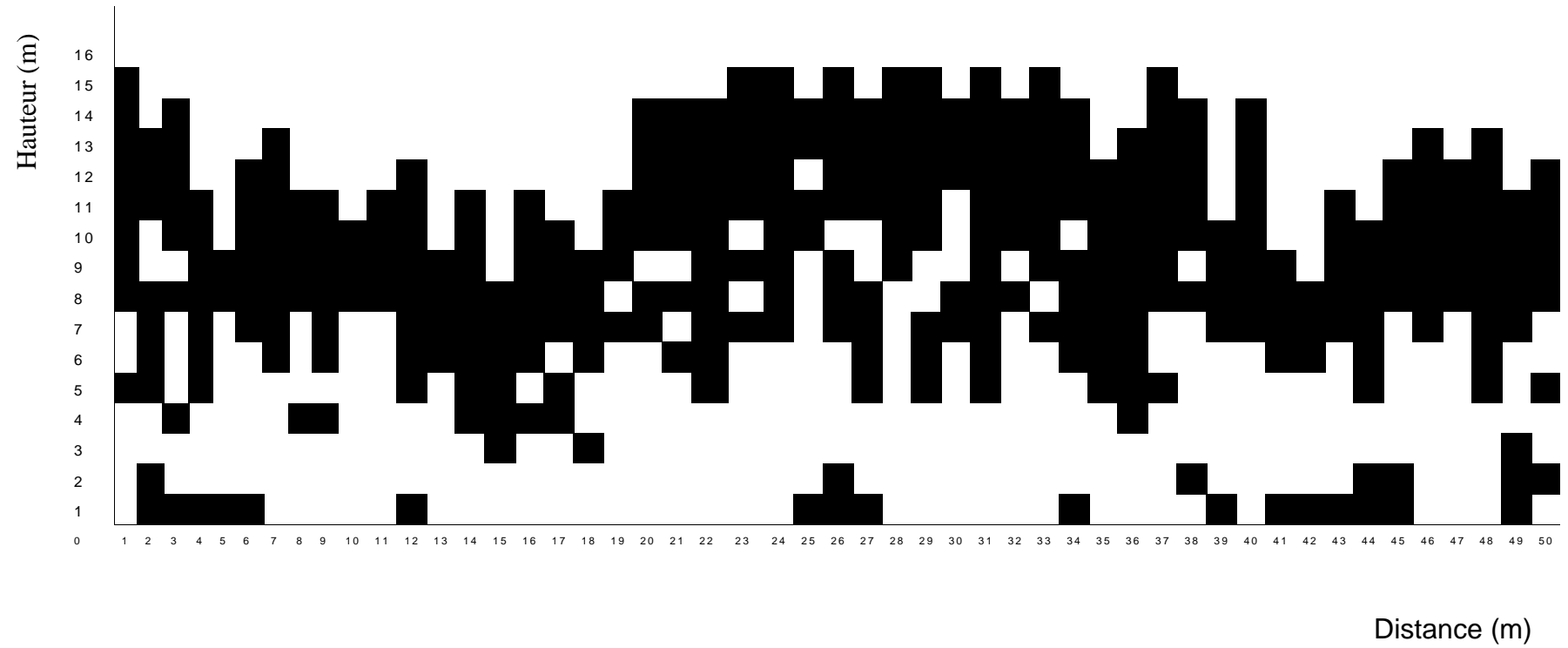


Figure 10 : Profil vertical de la végétation de mi-versant

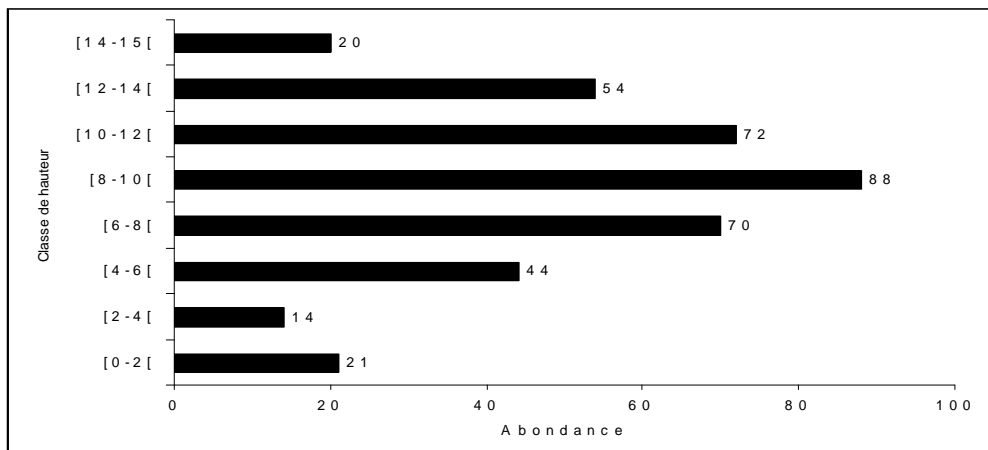


Figure 11 : Taux de recouvrement de la végétation de mi-versant

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Gounot, 1969. *Méthode d'étude quantitative de la végétation.* Masson et Cie, Paris : 314 p.

Humbert, 1955. *Les territoires phytogéographiques de Madagascar. Leur cartographie.* Colloque sur les régions écologiques du globe. Paris, juillet 1954. *Ann.Biol T.*, 31(5-6) : 439 - 448.

STRUCTURE ET REGENERATION DES FORMATIONS COLONISEES PAR DEUX ESPECES EXOTIQUES ENVAHISSANTES DANS LA RESERVE NATURELLE INTEGRALE N° 1 DE BETAMPONA DU FARITANY DE TOAMASINA

Rakotomalala Yedidya RATOONAMANA, Charlotte RAJERARISON,
Edmond ROGER.

BP : 906. Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des sciences, Université
d'Antananarivo

RESUME

Ce travail a pour objectif de voir l'impact de l'envahissement de deux espèces exotiques sur la structure de la végétation, ainsi que sur la régénération des formations colonisées. Deux espèces exotiques envahissantes ont été étudiées : *Aframomum angustifolium* (Zingiberaceae) et *Psidium cattleianum* (Myrtaceae). Il a été mis en évidence que : quatre types de savoka ont été observés : savoka à *Aframomum angustifolium*, savoka à *Aframomum angustifolium* associée à *Clidemia hirta*, savoka à *Aframomum angustifolium* associée à *Rubus mollucanus* et savoka à *Psidium cattleianum* ; la physionomie ainsi que la diversité spécifique de chaque formation infestée changent en fonction de la densité des espèces envahissantes dominantes dans le milieu ; les potentiels de régénération des formations colonisées varient d'une formation à bonne potentialité de régénération à une formation à difficulté de régénération.

Mot Clés : espèces exotiques - espèces envahissantes -savoka - Réserve Naturelle Intégrale, Betampona.

1. INTRODUCTION

En matière de biodiversité, Madagascar est classé parmi les pays à mégabiodiversité inestimable, jouant des rôles importants : - dans le développement du pays à travers l'écotourisme, la recherche scientifique appliquée et - aussi dans la vie quotidienne des citoyens Malagasy. Mais suite à la dépendance excessive des citoyens Malagasy vis-à-vis de ces ressources naturelles, cette diversité biologique est maintenant confrontée à de nombreuses menaces diverses (MINENVEF, 2001). En effet, tous les habitats naturels ne cessent de se dégrader, favorisant la prolifération des espèces exotiques envahissantes. C'est dans ce dernier contexte que cette étude a un intérêt général, afin de comprendre l'effet des espèces exotiques envahissantes

sur la structure et la régénération naturelle des formations végétales colonisées.

2. MILIEU D'ETUDE

Située à 40 km au Nord/Ouest de la ville de Toamasina, Betampona est une Réserve Naturelle Intégrale, isolée au milieu d'une vaste zone déboisée de la Région d'Antsinanana. Elle s'étend entre 17°51'-17°55' de latitude sud et 49°10'- 49°15' de longitude Est, avec une surface totale de 2228 ha (ANGAP, 2001).

La Réserve bénéficie d'une température moyenne annuelle de 21,8°C.

La pluviométrie annuelle est de 2817,3 mm dont le maximum de pluie est enregistré du mois de janvier au mois de mars. La région possède un bioclimat perhumide tempéré, sans période écologiquement sèche, avec une humidité annuelle de 92,4%.

La Réserve repose sur un socle datant du précambrien, avec un relief à série d'axes orographiques de direction Nord- Nord/Est. Le sol est de type ferrallitique jaune sur rouge et sensible aux érosions.

Le réseau hydrographique est constitué par 21 ruisseaux permanents et 12 rivières permanentes, qui alimentent les deux fleuves Ivoloïna et Ifontsy (ANGAP, 2004).

La végétation de la Réserve de Betampona appartient à la zone écofloristique de basse altitude de l'Est (Faramalala et Rajeriarison, 1999). La végétation climacique est une Forêt dense humide sempervirente de basse altitude de la série à Myristicaceae et *Anthostema*.

3. MATERIELS ET METHODES D'ETUDE

3.1. MATERIELS D'ETUDE

Deux espèces ont été étudiées et le choix de deux espèces est basé sur : l'effet des espèces exotiques envahissantes et la surface qu'elles occupent dans la Réserve.

La description des espèces a été faite à partir de la Flore de Madagascar (Perrier de la Bathie., H., 1946) et les observations personnelles.

a)- ***Aframomum angustifolium*** K. Schum. (Zingiberaceae)

Plante à rhizome odorant, portant 2 à 3 inflorescences. Feuilles simples, engainantes, avec ligule, à bordure entière et à phyllotaxie alterne distique. Inflorescence de 25 cm de long, à bractée florale brune. Fleur à corolle avec un lobe postérieur oblong de 3,5 cm ; les latéraux réfléchis ; les labelles toutes oblongues. Etamine à filet très court, arrondi. Fruit de type ampuliforme, ovale (3,5-10x 2.5 x 3 cm), de couleur rouge vive, glabre, à pulpe blanche et à saveur acide. Graines nombreuses, petites.

b)- *Psidium cattleyanum* Sabine (Myrtaceae)

Arbuste, feuilles obovales, simples à bordure entière, à phyllotaxie opposée décussée. Fleurs solitaires; axillaires ; calice clos, soudé à l'ovaire; cinq pétales libres, de nombreuses étamines, épigynes et ovaire infère à 4 à 6 loges, à ovules nombreux, à placentation axile. Fruits petits de 3 à 4 cm de diamètre, à saveur acide. Graines nombreuses, petites, réniformes.

3.2. METHODES D'ETUDE

3.2.1. METHODE DE RELEVÉ

Pour bien mener ce travail, la collecte des données de base, et les travaux sur terrain ont été comblées par une étude bibliographique.

Deux méthodes de relevé ont été utilisées :

- Méthode de transect de Duvigneaud (1949), avec un transect de 100m de long, subdivisé en carrés élémentaires de 100m² (10mx10m)
- Méthode de relevé de Braun Blanquet (1965). Le plateau a une surface de 0.1 ha, constitué par des petites placettes de 10m x 10m.

Ces méthodes ont été choisies, car elles permettent d'étudier quantitativement et qualitativement les formations colonisées par les deux espèces envahissantes étudiées. La surface de relevé a été limitée à 1000m² ou 0,1 ha.

Sept paramètres floristiques ont été considérés : la présence, l'abondance numérique, la hauteur maximale, le diamètre maximal, la phénologie et les types biologiques.

3.2.2.METHODE D'ETUDE DE LA STRUCTURE DE LA VEGETATION

Deux méthodes ont été adoptées :

- La méthode de Godron a permis de mettre en évidence la répartition, la densité des espèces envahissantes étudiées par établissement d'un profil schématique de la végétation ;
- La méthode de Gautier permet de voir le mode de recouvrement, ainsi que le niveau ou le nombre de strates de la formation colonisée par l'établissement d'un diagramme de recouvrement de la formation concernée.

3.2.3. METHODE DE LA REGENERATION NATURELLE DES FORMATIONS COLONISEES

La méthode d'étude de la régénération naturelle a permis de connaître l'effet de l'envahissement sur le potentiel de régénération des formations infestées. Ainsi, la formule de Rothe (1964) permet de calculer le taux de régénération (TR).

$$\text{TR (\%)} = \text{Nr/Ns} * 100$$

Avec TR (%) : Taux de régénération de la formation
Nr : Nombre d'individus régénérés

Ns : Nombre d'individus semensiers

Selon l'échelle de ROTHE en 1964, une formation est :

- en mauvaise ou en difficulté de régénération si ce TR < 300 %,
- en bonne régénération, si la valeur du TR >300%

4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

4.1. Analyse floristique globale

En tenant compte de l'ensemble de relevés, **164** espèces, appartenant à **125** genres, regroupées dans **59** familles différentes ont été récoltées. La plupart des espèces recensées sont endémiques malgaches ; les phanérophtes occupent une place importante avec un taux de **87,80 %**. Parmi les 59 familles, les plus représentées sont les Rubiaceae, Lauraceae, Fabaceae, Clusiaceae, Myrtaceae, Moraceae, Flacourtiaceae, Dracaenaceae, Apocynaceae, et Anacardiaceae.

4.2. Description des formations

4.2.1. FORMATION TEMOIN

C'est une forêt dense humide sempervirente de basse altitude. 91 espèces appartenant à 67 genres, regroupées dans 33 familles différentes ont été récoltées. Les familles les plus représentées sont les Euphorbiaceae représentée par 9 espèces, Lauraceae : 6 espèces, Rubiaceae : 6 espèces, Apocynaceae, Clusiaceae et Fabaceae représentées chacune par 4 espèces.

La formation témoin présente quatre (04) strates et une voûte forestière continue:

- ↳ Une strate inférieure de 0 à 2m de hauteur, moins dense, discontinue formée par les jeunes plants et des jeunes arbres et présentant un taux de recouvrement global de 63%.
- ↳ Une strate intermédiaire de 4 à 6m, moins dense, discontinue, constituée par les jeunes arbres et les arbustes et présentant un taux de recouvrement de 60 %.
- ↳ Une strate moyenne de 6 à 8 m, dense, continue, formée par les arbustes et les jeunes arbres, occupent un taux de recouvrement de 70%.

4.2.2. FORMATIONS COLONISEES

Il s'agit des formations homogènes, de type savoka, dominées principalement par les deux espèces. Quatre types de savoka ont été identifiés, présentant tous une voûte forestière discontinue :

- Savoka à *Psidium cattleyanum*
- Savoka à *Aframomum angustifolium*

- Savoka à *Aframomum angustifolium* associée à *Clidemia hirta*
- Savoka à *Aframomum angustifolium* associée à *Rubus mollucanus*

a) Savoka à *Psidium cattleianum*

Sur cette formation, 59 espèces appartenant à 45 genres différents, regroupés dans 29 familles, ont été recensées. Les familles les plus importantes sont les Rubiaceae avec 6 espèces, Moraceae 4 espèces et les familles des Clusiaceae, Dracaenaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Loganiaceae, Myrtaceae représentées chacune par 3 espèces.

La formation présente trois strates :

- ↪ Une strate inférieure de 0 à 2 m, discontinue, présentant un taux de recouvrement global de 62 %. Il s'agit d'une strate dominée par les plantules et les jeunes plants de l'espèce *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) et des plantules des autres espèces.
- ↪ Une strate moyenne de 4 à 6m, dense et continue, offrant un taux de recouvrement de 80%. C'est une strate fermée : la plupart des individus sont constitués par *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) *Anthocleista amplexicaulis* (Loganiaceae), *Gaertnera macrostipula*, *Mapouria sp* (Rubiaceae), *Omphala oppositifolia* (Euphorbiaceae), *Dracaena sp* (Dracaenaceae).
- ↪ Une strate supérieure de 6 à 8m, très ouverte avec un taux de recouvrement de 31%. Cette strate est formée principalement par *Ravenala madagascariensis* (Strelitziaceae) avec *Pachytrophe obovata* (Moraceae), *Albizzia gummifera* (Fabaceae), *Ravensara oblongo* (Lauraceae).

94,01% des individus formant cette formation présentent une hauteur comprise entre 0 à 10m et les individus ayant une hauteur supérieure à 10m forment les 5,99% restants. Ces valeurs indiquent que cette formation est pauvre en arbres et très riche en arbustes.

b) Savoka à *Aframomum angustifolium*

Sur cette formation, 38 espèces ont été recensées, regroupées dans 36 genres et appartenant à 25 familles différentes. Les familles les plus représentées sont les Rubiaceae (4 espèces) et Lauraceae (3 espèces).

La formation est formée par trois strates bien différenciées :

- ↪ Une strate inférieure de 0 à 4m de hauteur, dense et continue, formée par *Aframomum angustifolium* (Zingiberaceae) et des plantules avec un recouvrement global de 71,5%.
- ↪ Une strate moyenne de 4 à 6m, constituée par *Cyathea madagascariensis* (Cyatheaceae), *Tambourissa madagascariensis*

(Monimiaceae), *Farnelia aff macrocarpa*, *Gaertnera macrostipula*, *Saldinia sp* (Rubiaceae), *Pandanus sp* (Pandanaeae), qui forment un taux de recouvrement global de 44%.

↳ Une strate supérieure de 8 à 10m ou plus, formée par *Chrysophyllum boivinianum* (Sapotaceae), *Zanthoxylum madagascariensis* (Rutaceae), *Dombeya sp* (Sterculiaceae), *Ravensara accuminata* (Lauraceae). Le taux de recouvrement global de cette strate est de 24 %, ce qui indique une voûte très ouverte.

La distribution des individus par classes de hauteur montre que 52,86% des individus ont une hauteur comprise entre 0 à 4m, ceux qui ont une hauteur entre 4 à 10 m forment les 35,71 % et 10,15% constituent les individus ayant une hauteur supérieure à 10m. Ces pourcentages montrent que le nombre des grands arbres est très faible par rapport aux jeunes plants, et en général, les arbres ne dépassent pas 14 m de hauteur.

c) Savoka à *Aframomum angustifolium* associée à *Clidemia hirta*

La densité en *Aframomum angustifolium* est de 214 ind/100m² (Soit 3 à 4 ind/m²). Sur cette formation, 45 espèces ont été collectées, appartenant à 41 genres, regroupées dans 32 familles différentes. Les familles les plus représentées sont les Euphorbiaceae (4 espèces) et Rubiaceae (3 espèces).

La formation comporte trois (03) strates :

- ↳ Une strate inférieure de 0 à 2m, très dense, continue, présentant un taux de recouvrement global de 89%. Cette strate est formée par deux espèces : *Aframomum angustifolium* (Zingiberaceae), *Clidemia hirta* (Melastomataceae) et par des plantules des espèces des strates du dessus.
- ↳ Une strate moyenne de 2 à 4m, discontinue, ouverte, avec un taux de recouvrement global de 48%. Elle est formée par des jeunes plants de certaines espèces comme *Rhus tarantana* (Anacardiaceae), *Polyscias ornifolia* (Araliaceae), *Ocotea racemosa* (Lauraceae), *Dombeya sp* (Sterculiaceae), *Grewia humblotii* (Tiliaceae).
- ↳ Une strate supérieure de 6 à 8m, discontinue et très ouverte, avec un taux de recouvrement global très faible : 14%. La strate est dominée principalement par des arbustes et des jeunes arbres. Cette strate est constituée par *Croton goundotii* (Euphorbiaceae), *Albizzia gummifera* (Fabaceae), *Allophyllus arboreus* (Sapindaceae), *Podocarpus madagascariensis* (Podocarpaceae), *Oncostemom brevipedatum* (Myrsinaceae), *Burasaia gracilis* (Monimiaceae), *Clerodendron arenarium* (Verbenaceae).

La voûte forestière est discontinue et les individus ne dépassent pas les 12 m de hauteur. La majorité des individus, soit 88,55%, sont comprises entre 0 et 6 m de hauteur, 15,45 % ont une hauteur comprise entre 6 et 12 m ; aucun individu ayant une hauteur supérieure à 12 m n'a été recensé.

d) Savoka à *Aframomum angustifolium* associée à *Rubus mollucanus*

La densité en *Aframomum angustifolium* est de 533ind/100m² (soit 5 à 6 ind/m²). Dans cette formation, 24 espèces ont été récoltées, appartenant à 22 genres regroupés dans 18 familles différentes. Les familles les plus représentées sont les Moraceae (4 espèces), Anacardiaceae, Dracaenaceae (2 espèces).

La formation présente deux niveaux de stratification:

- ↳ Une strate inférieure de 0 à 4m, très dense, continue, présentant un taux de recouvrement moyen de 71%. Cette strate est dominée principalement par *Aframomum angustifolium* (Zingiberaceae) et *Rubus mollucanus* (Rosaceae).
- ↳ Une strate supérieure de 4 à 6m, discontinue avec un taux de recouvrement de 17%. Elle est constituée principalement par des arbustes et quelques jeunes arbres. On peut citer: *Pachytrophe obovata*, *Ficus baroni* (Moraceae), *Coffea sp* (Rubiaceae), *Dracaena reflexa* (Dracaenaceae), *Ravensara acuminata*, *Sorendeia madagascariensis* (Anacardiaceae), *Grewia humblotii* (Tiliaceae).

La distribution des individus par classe de hauteur montre qu'aucun individu ayant une hauteur dépassant 8 m n'a été récolté. En effet, la majorité des individus, soit 94,45 % de la totalité, ont une hauteur comprise entre 0 et 6 m. *Rubus mollucanus* (Rosaceae) et *Merremia peltata* (Convolvulaceae) couvrent les jeunes arbres et les arbustes, entraînant leur mort.

III.3. POTENTIEL DE REGENERATION DES FORMATIONS

Le taux de régénération des formations varie de 131 à 566,66%. Ce qui indique une régénération mauvaise à bon potentiel de régénération, selon les types de formation. Le potentiel de la régénération des formations colonisées varie en fonction de la densité en espèces envahissantes. Parmi les quatre savoka observés (savoka à *Psidium cattleianum*, savoka à *Aframomum angustifolium* associée ou non avec *Clidemia hirta* et savoka à *Aframomum angustifolium* associée à *Rubus mollucanus*), seul le savoka à *Aframomum angustifolium* associée à *Clidemia hirta* présente une bonne régénération. Cette bonne régénération est due à une relation de compétitivité entre les deux espèces, la densité en nombre d'*Aframomum angustifolium* diminue en présence de *Clidemia hirta*, ce qui favorise les individus assurant la régénération de la formation colonisée.

La difficulté de régénération des autres formations est en rapport avec :

- la densité de l'espèce dominante, la présence d'une couche épaisse de racine de l'espèce dominante et l'existence d'une couche humifère très développée sous les formations empêchant la survie des plantules et les graines des arbres ;
- la présence d'autres espèces envahissantes qui s'associent avec l'espèce envahissante dominante comme le cas des Savoka à *Aframomum angustifolium* associé à *Rubus mollucanus*. La rareté des individus de régénération est due à l'installation de *Merremia peltata* qui couvre complètement les individus, entraînant même leur mort.

6. CONCLUSION

Une formation végétale est, en général, caractérisée par sa structure, qui est elle même caractérisée par la diversité floristique, la densité, la distribution des espèces, la répartition verticale et horizontale des tiges. L'envahissement des deux espèces a un impact significatif sur la structure des formations infestées. La plupart des formations colonisées par les deux espèces étudiées présentent une strate confuse, à voûte forestière discontinue et une strate inférieure de 0 à 4 m, très dense, dominée principalement par les deux espèces étudiées. Cette modification de la structure affecte aussi la composition floristique, ainsi que la régénération globale de chaque formation végétale infestée. En effet, il a été mis en évidence que la diversité floristique des formations colonisées varie de 24 à 59 espèces contre 91 espèces pour la formation témoin. La formation à bonne potentialité de régénération est constituée par les savoka à *Aframomum angustifolium* associée à *Clidemia hirta*, les formations en difficulté de régénération sont constituées principalement par les savoka à *Aframomum angustifolium* associée ou non avec *Rubus mollucanus* et les savoka à *Psidium cattleianum*.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AME (Agence Méditerranéenne de L'Environnement), 2006.** Plantes envahissantes : Généralités. 9p
- ANGAP & MINEV., 2001.** Plan de Gestion du Réseau National des Aires Protégées de Madagascar. 112p.
- ANGAP., 2004.** Plan de Gestion et de Conservation de la Réserve Naturelle Intégrale N°1 de Betampona (2004-2008). 63p.
- Birkinshaw, C., 2002.** Les Aires Prioritaires pour la conservation des plantes in Ravintsara. Edition dec. 2002, MBG, pp20-21.
- Daget, P. & Godron, M., 1982.** Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. Masson pp 21 –53

- Dajoz R., 1975.** Précis d'écologie. Bordas, Paris, 549p.
- IUCN., 1999.** Invasive species in Eastern Africa. Proceeding of a workshop held at ICIPE, July 5-6, 1999. Miller, 107pp.
- MINEF., 2001.** Politique Forestière malagasy. Imp. Nationale, 58p.
- Perrier de la Bathie, H., 1946. Myrtaceae. Flores de Madagascar et des Comores.
- Perrier de la Bathie, H., 1946.** Zingiberaceae. Flore de Madagascar et des Comores.
- Quetin, C., B., 1995.** Plant invaders. A "People and Plants", conservation manuel: volume 1, Paperback, 268p.
- Ravololomanana N., 2001.** Etude des espèces envahissantes dans la Forêt de Manombo-Farafangana. DEA en Ecologie végétale. Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Antananarivo, 94p. + annexes.
- Rothe, P. L. 1964.** Régénération naturelle en forêt tropicale. Le *Dipterocarpus dreysi* (Dau) sur le versant Cambodgien du golfe de Siam, Bois et Forêt des tropicales, n°94. pp 15-22

TECHNIQUE BIOLOGIQUE POUR LA PROTECTION DES BERGES DE COURS D'EAU DE LA REGION DE MAHAJANGA – MADAGASCAR.

Zarasoa Jean Noël RANDRIANJAFY

B.P. 906 Département de Biologie et Ecologie Végétales. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo

RESUME

Chaque année, l'eau du fleuve Betsiboka déborde de son lit principal et inonde toute la plaine rizicole de la zone de Madirovalo dans la région de Mahajanga. Cette inondation serait bénéfique aux sols car elle apporte des alluvions relativement fertiles. Cependant, des dunes se déplacent de plus en plus de la rive du fleuve vers les rizières et entraînent la perte progressive de superficies cultivables. Ce phénomène est dû à la dégradation de la couverture végétale du milieu. Face à ce problème, les objectifs des paysans riziculteurs consistent à rechercher des solutions permettant à la fois de stabiliser les dunes et de laisser les alluvions se déposer dans les rizières. Le phragmite (*Phragmites communis*) et le vétiver (*Vetiveria zizanioides*) ont été plantés en bandes alternées de 20 m de large sur la berge. La structure biologique est disposée parallèlement à la rive du cours d'eau pour que celle-ci soit efficace contre le déplacement des dunes. Cette technique a permis de stopper l'érosion de 1,25 ha de berge et de sauvegarder 350 ha de rizières menacées par l'ensablement. Actuellement, la pratique est dupliquée dans d'autres zones pour protéger des plaines de 400 ha.

Mots clés : Madagascar, fixation des berges, *Phragmites communis*, *Vetiveria zizanioides*, protection contre l'ensablement.

1. INTRODUCTION

A Madagascar, le processus de dégradation dans les bassins versants par l'érosion physique des sols a toujours abouti à des effets néfastes pour les infrastructures hydro-agricoles tels que les barrages, les canaux, les digues et même les pistes rurales (Carte 1). Dans les plaines rizicoles de la région de Mahajanga, le lit des fleuves devient de moins en moins profond à cause de la masse de sables que ces cours d'eau transportent. Ce qui fait qu'à chaque période de crue, d'importantes inondations soient observées avec tous les impacts qui pourraient en découler.

En ce qui concerne le périmètre rizicole de Madirovalo, faisant l'objet de cette expérimentation, la situation avant le projet peut être résumée par : le début de formation d'une brèche de 25 m de largeur dans la berge de la rive

gauche du fleuve. Une superficie de 52 ha de rizières est déjà ensablée et considérée comme perdue pour les propriétaires. Chaque année, des dunes et des plages de sables avancent progressivement dans le périmètre. Elles menacent la perte quasi certaine de 298 ha de rizières situées en aval.

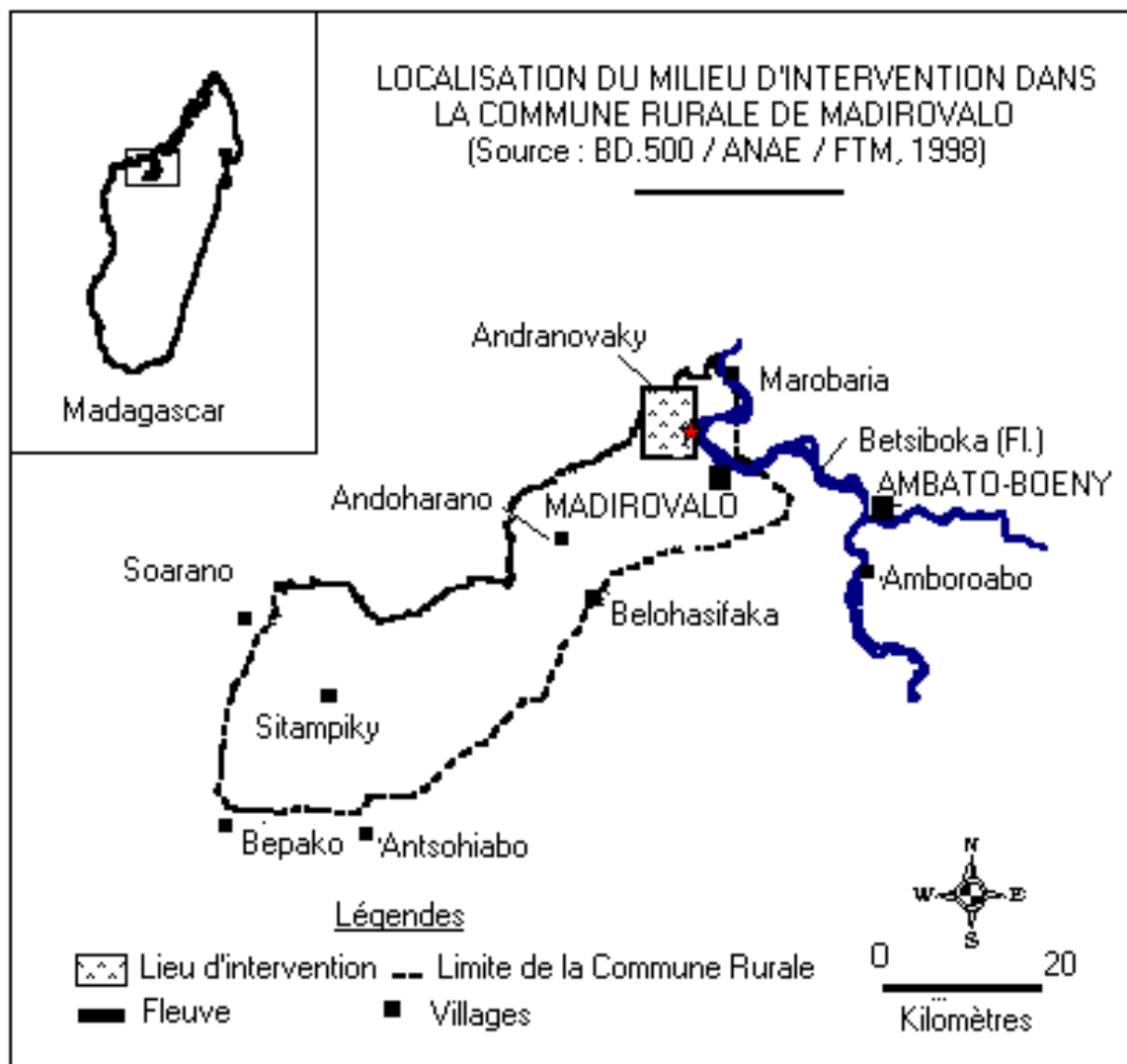
Les principales causes de ce phénomène seraient d'une part, la dégradation de la couverture végétale de la berge suite aux feux incontrôlés et d'autre part, le passage fréquent des zébus sur le sol dénudé favorisant ainsi l'érosion et la formation de brèches. Face à ce problème, l'objectif des paysans consiste à rechercher des solutions permettant à la fois de stabiliser cette berge et de fixer les dunes tout en laissant les alluvions se déposer dans les rizières pendant les périodes de crue.

Caractéristiques de la plaine rizicole de Madirovalo

La Commune Rurale de Madirovalo est une zone rizicole située dans la partie nord-ouest de Madagascar ; administrativement la localité se trouve dans la Sous-Préfecture d'Ambato-Boeni et la Province de Mahajanga. La population est constituée par 28 000 habitants dont 95 % d'agriculteurs. La zone a une importance économique considérable par la présence de plaines alluviales favorables à l'élevage bovin ainsi qu'aux divers types de cultures : riz, maïs, patate douce, haricot, arachides, etc.

Le climat de la région est caractérisé par une longue saison sèche, de mai à octobre puis une saison pluvieuse de novembre à avril à pluies orageuses. C'est un climat tropical semi-humide avec une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 1500 mm et une température moyenne annuelle de 27°C. Les 85% des pluies annuelles tombent entre décembre et février, entraînant ainsi des érosions sur les collines et l'inondation dans les zones basses.

Géologiquement, le milieu est localisé sur un terrain sédimentaire où des calcaires, des grès, des sables, des marnes, des basaltes et des gneiss forment des couches monoclinales de faible pendage. Ces couches sont découpées à certains endroits par des coulées basaltiques d'âge Crétacé Supérieur et Moyen (Segalen, 1956). La topographie générale de la zone montre un paysage relativement plan, avec une altitude moyenne de 215 m, caractérisé par de vastes plateaux de savanes arbustives. Les plateaux sont découpés par de nombreuses rivières, le long desquelles existent des lambeaux de galeries de forêts denses sèches typiques de l'ouest de Madagascar.



Carte 1 : Localisation du milieu d'intervention dans la commune rurale de Madirovalo

Sur les plateaux, le profil pédologique présente un horizon superficiel compact de type ferrugineux tropical avec une couche sous-jacente limono-sableuse. Sur les pentes, en bordure de la plaine, des couches épaisses de sables recouvrent les formations géologiques et donnent des sols très perméables et profonds. Ceci explique la facilité de leur érosion; ainsi à chaque période de pluie, des éléments superficiels des sols sont charriés vers les vallées et les plaines situées en aval. Le problème d'érosion dans ces bassins versants provient en majeure partie des actions de l'homme, tels que le feu de pâturage, le défrichement et les pratiques d'agriculture inadaptées sur les pentes de collines.

Le périmètre rizicole étudié ici est constitué par une étendue de 350 ha de plaine située sur la rive gauche de la Betsiboka, l'un des plus importants

fleuves de Madagascar. La zone se trouve dans la partie basse du grand bassin versant de la Betsiboka à une altitude d'environ 10 à 15 m. Cette situation géographique ainsi que le climat régional favorisent l'inondation, si bien que de janvier à mars, toute une étendue de plaine est submergée sous 2m d'eau.

Pendant la saison des pluies, l'eau du fleuve Betsiboka est rougeâtre à cause des importants sédiments transportés. Pour un bassin versant de 49 000 km², la charge moyenne d'éléments en suspension dans le cours d'eau est de l'ordre de 1 kg/m³ et l'érosion moyenne annuelle a été estimée à 1660 t / km² (ONE, 1994). Il s'agit de sédiments riches en fer arrachés aux sols perturbés des versants de collines par les eaux de ruissellement puis déposés dans les plaines.

La plaine de Madirovalo est constituée par un sol hydromorphe peu évolué avec des débris de végétaux en décomposition. Les alluvions fluviales déposées après chaque inondation contribuent à l'amélioration périodique de la qualité de ce sol pour favoriser ainsi la riziculture. La berge du fleuve est constituée par des sols sablo-limoneux facilement érodables. Dans la plaine de Madirovalo, un envahissement sableux des rizières est constaté avec une vitesse de progression de 5 ha par an.

2. METHODOLOGIE DE LUTTE CONTRE L'ENSABLEMENT DES RIZIERES

Un mini-projet de conservation des sols a été mis en oeuvre avec l'appui technique et financier de l'Association Nationale d'Actions Environnementales (ANAE), dans lequel la méthodologie adoptée était principalement basée sur l'intégration des bénéficiaires, aussi bien dans la recherche de solutions simples et peu coûteuses que dans la réalisation commune des actions. C'est ainsi que 189 familles constituant l'association des riziculteurs ont choisi les procédés biologiques pour remédier au problème (ANAE, 1996).

Le projet consiste à planter le phragmite ou roseau (*Phragmites communis*) en association avec du vétiver (*Vetiveria zizanioides*) en vue d'obtenir une bonne couverture végétale de la berge. La multiplication du vétiver se fait par éclats de souche, sa performance sur la fixation des sols est déjà reconnue (Grimshaw, 1988). En ce qui concerne le phragmite, son efficacité est encore à démontrer ; par contre, sa technique de multiplication est relativement simple. Dans la nature, le phragmite se multiplie beaucoup plus végétativement par stolons que par semis naturel. Chaque stolon émis par le rhizome donne des racines au niveau desquelles naissent de nouveaux pieds qui, à leur tour, produisent des stolons. Selon l'expérience menée à Madirovalo, la plante peut aussi être multipliée artificiellement par bouturage.

Une bouture est obtenue soit à partir d'un stolon, un organe aérien à structure caulinaire et à développement plagiotrope, soit à partir d'une paille. Il convient de couper nettement une paille, juste au-dessous d'un nœud (pour le bout basal) et au-dessus d'un nœud (pour le bout apical). Une bouture doit mesurer entre 30 à 50 cm et avoir au moins 3 entre-nœuds intacts.

Le calendrier de plantation doit se situer juste après la décrue, entre mars et avril s'il s'agit d'un site sujet à l'inondation permanente. Par contre, la multiplication végétative peut se faire durant toute la saison de pluie si le site à protéger n'est pas inondable. Concernant la mise en terre, le principe consiste à placer la bouture, autant que possible avec 2 à 3 nœuds, sous terre pour que chaque nœud émette des racines et une nouvelle repousse (Photo 1). L'écartement idéal est de 50 cm x 50 cm entre les boutures en quinconce, soit une densité de 40 000 plants par hectare.



Photo 1 : Installation de boutures de phragmites sur la berge du fleuve Betsiboka à Madirovalo (Mahajanga/ Madagascar)

A Madirovalo, à titre expérimental, le phragmite et le vétiver ont été associés en bandes alternées mesurant chacune 20 m de large en couvrant une superficie de 1,25 ha de berge, la plantation a eu lieu au mois de mars

1997 sur un site appelé Andranovaky. Les bandes alternées ont été disposées parallèlement à l'axe du cours d'eau pour que la structure biologique permette la stabilisation des dunes ainsi que la protection des rizières contre l'ensablement. Tous les travaux de main d'œuvre étaient assurés par les paysans bénéficiaires : la collecte des végétaux et la plantation. Les frais liés à la formation préalable, à l'encadrement technique ainsi qu'à l'achat de petits matériaux ont été financés par l'ANAE en tant qu'organisme d'appui du mini-projet.

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Les résultats de cette technique peuvent être résumés par la réduction importante de l'érosion de la berge grâce à l'installation d'une couverture végétale et indirectement au maintien de dépôts fertilisants sur les rizières. En deux saisons, l'association phragmite/vétiver a permis d'atténuer l'extension de la brèche par atterrissement de sédiments au niveau de l'ouverture ainsi que le rehaussement du substrat de la berge. Grâce à un apport d'éléments fertiles, plutôt que de sable, 52 ha de rizières vouées à l'abandon ont été récupérées.

Les feuilles du phragmite, avec leur extrémité piquante, rendent les déplacements pénibles au sein de la végétation, ce qui contribue à la mise en défens automatique du site concerné. Le phragmite résiste bien aux feux de brousse qui sont fréquents dans la zone. En effet, les stolons de la plante peuvent survivre au passage des feux et aussi assurer la régénération. De plus, la multiplication naturelle du phragmite par le stolonage permet une protection relativement rapide d'un site. Le développement racinaire du vétiver qui se fait en profondeur ne présente aucune compétition en matières nutritives avec le phragmite, dont l'enracinement est superficiel.

Outre ces résultats positifs, il est opportun de décrire la dynamique de la végétation lors du processus de régénération. Ce processus est caractérisé par l'apparition de quatre nouvelles espèces pionnières qui proviennent de semis naturel. Ces plantes sont notamment : *Pluchea bojeri* (Compositae) ou "Famoty" en malagasy, *Mimosa pudica* (Mimosoideae) ou "Roitra" et *Sesbania punctata* (Papilionoideae) ou "kintsankitsa" et *Cynodon dactylon* (Graminae) ou "Mandavohita".

L'espèce *Pluchea bojeri* semble très intéressante, car il s'agit d'une ligneuse arbustive pérenne, haute de 3 m, à croissance rapide et produisant une biomasse aérienne relativement importante, aussi bien en rameaux qu'en feuilles. Cette biomasse contribue efficacement à l'enrichissement du "sous-bois" en litière et au processus de formation d'humus. L'arbuste résiste à une submersion prolongée et, avec une densité estimée à 25 000 pieds par hectare, l'espèce occupe tous les espaces libres, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la parcelle traitée avec l'association phragmite/vétiver. Ceci fait que la surface

végétalisée a encore augmenté par rapport à l'objectif initial. Comme autres utilités possibles, les tiges peuvent servir de bois de chauffe et les feuilles posséderaient une vertu thérapeutique contre la rougeole.

Les deux légumineuses, *Mimosa pudica* et *Sesbania punctata*, font partie des espèces capables de fixer l'azote atmosphérique pour contribuer à l'amélioration de la fertilité du sol. Néanmoins, ces espèces disparaissent à chaque inondation et réapparaissent par semis naturel juste après la décrue. Ce phénomène semble intéressant, puisque ce cas se produit rarement, sinon difficilement sur les berges dénudées. Ce sont les conditions écologiques restaurées au niveau du site qui ont permis la réapparition de ces plantes. *Sesbania punctata* est un arbuste haut de 4 m ; la plante perd ses feuilles pendant la saison sèche. *Mimosa pudica* est une plante basse épineuse qui, avec le phragmite, rend difficile l'accès au site et constitue une mise en défens naturelle efficace contre le bétail.

Cynodon dactylon est une herbacée vivace rampante qui supporte les effets de l'inondation ainsi que des feux de brousse. Cette plante est efficace sur la fixation des sols car, en tant qu'espèce héliophile, elle occupe les espaces vides entre les espèces dressées. C'est l'espèce la moins abondante dans ce site.

L'ensemble de cette végétation joue maintenant le rôle d'un filtre naturel et freine le phénomène d'inondation. Les résultats obtenus répondent tout à fait aux attentes des riziculteurs de Madirovalo : stabiliser la berge, fixer les dunes et permettre à l'inondation de déposer des alluvions dans les rizières. Actuellement, les paysans de la zone appliquent cette méthode d'une manière spontanée afin de protéger leurs parcelles individuelles.

La mise en place de l'association phragmite/vétiver nécessite un Homme/jour de travail pour le traitement de 3 ares de terrain. Les principales étapes de l'activité sont la collecte de souches de vétiver et de boutures de phragmite, le repérage et le piquetage suivant les courbes de niveau, puis la plantation. Il n'est pas nécessaire d'effectuer un labour préalable, ni d'apporter de fumier (ANAE, 1997). Un apport financier est indispensable pour les frais relatifs à la formation théorique et aux achats de sécateurs et de machettes. Le coût de l'unité d'œuvre de ce mini-projet a été estimé à 570 FMG par hectare de rizières concernées, ce qui est largement moins cher que le coût du curage mécanisé d'un réseau ensablé qui vaut 10 000 FMG/ha/an.

Se basant sur le rendement actuel en riz de la zone, qui est de 2,5 t/ha, l'intervention a donc permis de sauvegarder la production de 875 tonnes de production par an. A Madagascar, le besoin en riz pour la population est équivalent à 194 kg de paddy/personne/an (FIFABE, 1997), ce qui fait que la production sécurisée à Madirovalo peut faire vivre 4510 personnes/an.

4. DISCUSSIONS

Dans le cadre de la lutte contre l'érosion ou de la restauration de la fertilité des sols, de nombreuses méthodes et techniques d'amélioration ont été étudiées et sont théoriquement disponibles. Cependant chaque zone d'intervention a sa spécificité et des techniques préjugées efficaces s'avèrent parfois décevantes. Dans ce sens, l'utilisation de plantes autochtones de lutte biologique ne peut qu'améliorer la performance de ces techniques.

Les espèces végétales autochtones possèdent une capacité fixatrice de sols relativement élevée par rapport à la majorité des espèces introduites qui sont utilisées dans la lutte anti-érosive. Les espèces rustiques résistent mieux aux diverses conditions défavorables, surtout si les matériaux végétaux sont collectés dans la zone d'intervention même. C'est dans cette optique que l'ANAE a retenu, dans ses activités d'action-recherches, l'observation comportementale du phragmite comme de bien d'autres espèces.

Au début de l'intervention, une hypothèse d'impact négatif avait été évoquée par les paysans vis à vis de cette plante. La végétation de phragmite constituerait un refuge pour le rat, déprédateur des cultures. Effectivement l'inflorescence de la plante est très appréciée par ce rongeur, mais il s'agirait plutôt d'un avantage puisque finalement, on a ainsi mis en place "une sorte de piège à rat". Au lieu de détruire les cultures, le rat reste dans les roseaux au niveau de la berge et à chaque inondation, ils sont noyés apparemment.

Par contre, selon les observations faites dans la région ainsi que d'après les enquêtes effectuées auprès des paysans, les fonctions écologiques d'une roseraie sont multiples. Pendant la période de crue, cette formation végétale devient un lieu de reproduction et de ponte pour les poissons. Le crocodile, de plus en plus rare à Madagascar, y trouve un refuge pour déposer ses œufs pendant la saison chaude. Différents types d'animaux, tels que les oiseaux d'eau, les reptiles, les batraciens, les mollusques et les insectes se rencontrent habituellement dans les roseaux. Cette végétation contribue donc à la mise en place d'un écosystème important pour la subsistance de diverses espèces animales.

Les phragmites ont de nombreux usages : la paille sert pour la vannerie, la construction de cases d'habitation ou de poulaillers, la confection de clôtures, de cannes diverses, de corbeilles, de nasses, de pièges à poisson ainsi que pour le façonnage de divers objets ornementaux. Par rapport à la pharmacopée locale, la jeune repousse possède aussi une vertu médicinale contre l'otite (Rabesa, 1993). Le phragmite présente donc des avantages ethnobotaniques considérables au service de l'homme.

5. CONCLUSION

Face aux problèmes de dégradation des sols qui freinent la production agricole dans les pays en développement, les recherches de méthodes simples, peu chères, mais efficaces, sont une des approches à privilégier. L'expérience menée avec les riziculteurs de Madirovalo a permis de démontrer que *Phragmites communis* est l'une des plantes autochtones intéressantes pour la fixation des berges et de par sa multiplicité d'usages.

La technique de multiplication du phragmite est facilement maîtrisable, donc favorable à sa vulgarisation. L'approvisionnement en boutures exige peu de financement parce que l'espèce est présente dans presque tous les milieux humides. Deux saisons de pluies ont suffi pour revégétaliser une berge de cours d'eau déjà dénudée, sécurisant ainsi une production économique non négligeable. L'association phragmite/vétiver peut être utilisée seule, sans structure mécanique pour protéger une berge. Aucun inconvénient n'empêche la duplication de cette méthode dans d'autres endroits pour remédier les mêmes types de problèmes.

La végétation de phragmite/vétiver a permis de restaurer des conditions écologiques et de déclencher un processus de régénération végétale relativement accéléré avec l'apparition d'autres espèces de plantes et d'animaux. L'association procure aux paysans diverses utilités avantageuses dans la vie quotidienne, faisant ainsi apparaître une interrelation bénéfique entre l'homme et son environnement. Cette méthode a donc engendré des intérêts écologiques, scientifiques et socio-économiques considérables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANAE, 1996** – Projet de conservation et de développement rural dans la zone de Madirovalo. – Document de Projet, ANAE (Association Nationale d'Actions Environnementales), Mahajanga : 30 p.
- ANAE, 1997** - Atelier de réflexion sur les acquis techniques et méthodologiques – ANAE, Document de synthèse, Mahajanga : 5-11p.
- FIFABE, 1997** - Monographie de la riziculture dans le Fivondronana de Marovoay – Document de Projet, Projet rizicole de Marovoay, Mahajanga : 1-6p.
- Grimshaw (R.G), 1988** – Vetiver Grass (*Vetiveria zizanioides*), a method of vegetative soil and moisture conservation – 2nd edition, Press Service, New Dehli : 72 p.
- ONE, 1994** – Rapport sur l'état de l'environnement à Madagascar – Office National de l'Environnement, Programme des Nations Unies Pour le Développement et Banque Mondiale, Antananarivo : 23-35.

Rabesa Z.A., Rakotobe E., Rasolomanana C. J. C. et Randrianasolo S.S., 1993 - Pharmacopée de l'Ambongo et du Boina – Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique, Antananarivo : Pp452 - 469.

Segalen P., 1956 – Notice sur la carte pédologique de reconnaissance au 1/200 000è de Marovoay- Mahajamba – In Mémoire de l'Institut de Recherche Scientifique de Madagascar, Série D, Tome 8, Pp161- 258.

Document publié In : IRD, 2000. – Influence de l'homme sur l'érosion. – GCES, Bulletin du Réseau Erosion n°20, Vol. 2, Colloque international sur l'homme et l'érosion, Yaoundé 9-19 décembre 1999, GTZ, IRD/ Montpellier, Pp 157 - 164.

Responsables de publication : Eric Roose et Jean-Marie Lamachere, IRD, Réseau Erosion, BP 5045 Montpellier 34032 – France, Tél 67 61 75 65

TYPOLOGIE DES FORMATIONS VEGETALES DE VOHIMANA

Hery Zo HASINIAINA MBOLATIANA, Charlotte RAJERARISON,

Agnès M. RADIMBISON, Edmond ROGER

BP 906. Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.

RESUME

Cette étude a permis de caractériser les différents types de formations végétales de la région de Vohimana, d'étudier leur taux de régénération naturelle, d'identifier leur structure, et d'inventorier le cortège floristique de cette région. La diversité floristique varie en fonction de la nature et la fréquence de la perturbation subie par la formation végétale. Elle est très importante pour la forêt primaire, et n'est pas très variée dans les Savoka.

La connaissance de la dynamique des savoka, et des modalités de réintroduction d'espèces susceptibles d'être utilisées pour la restauration écologique sont utiles pour pouvoir choisir le type de Savoka sur lequel cette restauration écologique pourra être menée.

Mots clés : Restauration écologique, savoka, écologie, typologie, formation anthropisée, réserve expérimentale de Vohimana

1. INTRODUCTION

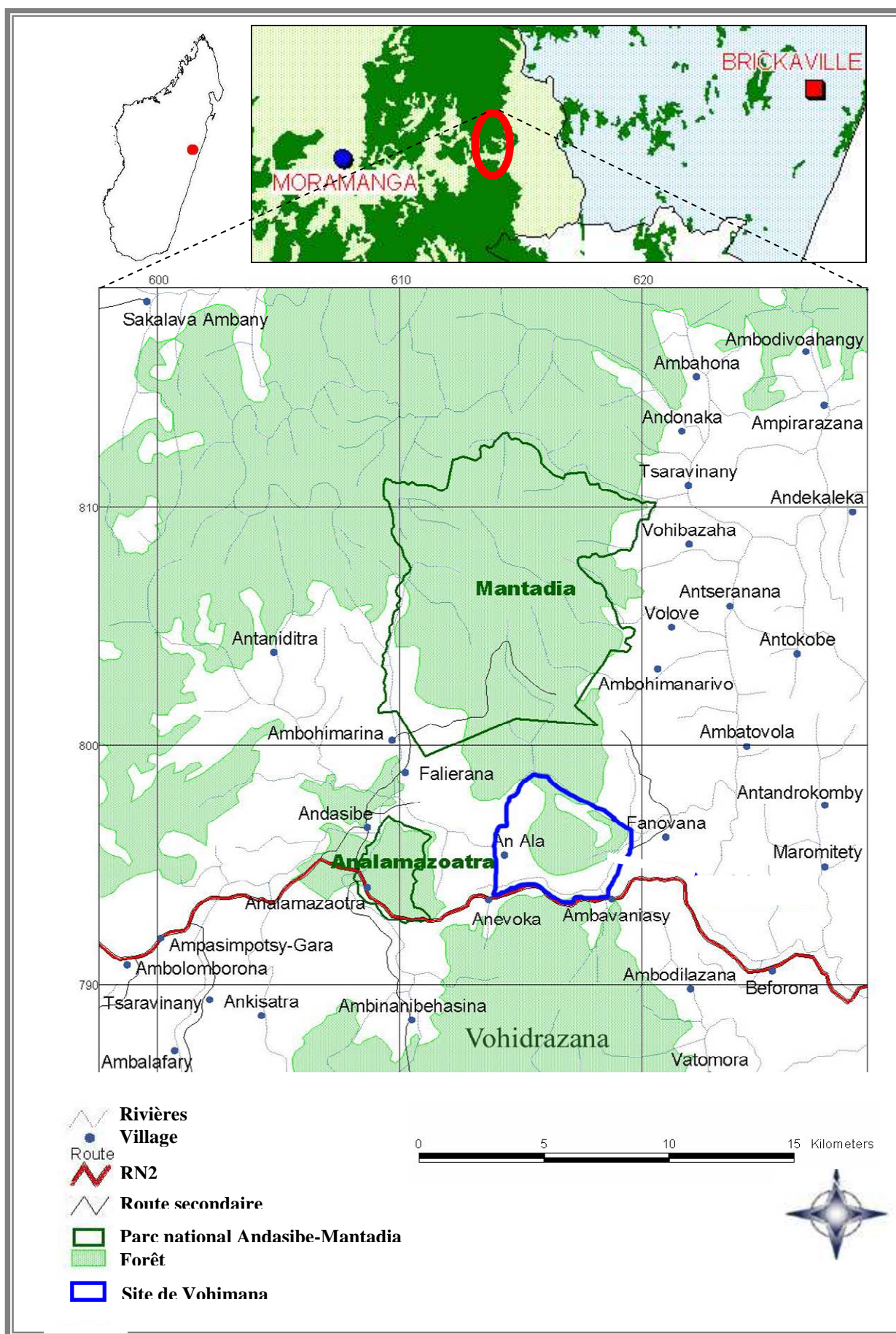
Vohimana a été et est encore soumise au tavy, pratique qui risque de faire disparaître la flore et la faune de la région. C'est pourquoi cette zone a été choisie comme sites de restauration écologique. L'objectif est de conserver la biodiversité de la région. L'étude de différents types de formations végétales existant dans la région a été faite dans le but de choisir les formations à restaurer.

Vohimana est une réserve expérimentale gérée par l'ONG l'Homme et l'Environnement (MATE) depuis 2003, couvrant une superficie de 1635 ha (Buron, 2004). Il se trouve entre les latitudes Sud 18° 54'/18° 56' et les longitudes Est 48° 28'/48° 31'; il appartient à la préfecture de Moramanga, région d'Alaotra Mangoro. La forêt de Vohimana fait partie du corridor Maromizaha - Réserve spéciale d'Analamazaotra et le Parc National de Mantadia (Andrianaivo, 2005) (Carte 1). La région est soumise à un climat tropical humide caractérisé par une précipitation moyenne annuelle de 3 431 mm et une température moyenne de 20.4°C.

2. METHODES D'ETUDE

2.1- Choix des sites d'étude

Chaque site de relevé a été choisi afin de répondre aux critères d'homogénéité et de représentativité d'un type de formation végétale. Une zone homogène est caractérisée par l'uniformité de ses conditions écologiques et par



Carte n°1 : Carte de localisation de Vohimana
[Source VAN OENE, 2005 (MATE)]

l'homogénéité apparente de la physionomie et de la composition floristique du couvert végétal (Godron et al. 1983).

2.2- Méthode de relevé

Méthode de Braun Blanquet

Cette méthode permet de faire une étude quantitative de la végétation sur une surface homogène, appelée « plateau », et de déterminer le type de formation végétale existant dans la zone d'étude.

Les paramètres étudiés sont : l'altitude, la pente, la position topographique, l'exposition, l'orientation, les coordonnées géographiques, l'âge et le nombre de défriches pour les Savoka et le passage du feu ou le prélèvement de bois pour les forêts secondaires, la présence et absence, la hauteur du fût, la hauteur maximale, le diamètre à hauteur de poitrine ou le diamètre maximal, la phénologie, l'abondance, le recouvrement (pour les herbacés), les types biologiques selon la classification de Raunkiaer (1905).

Identification d'échantillons d'herbier

Deux ou trois spécimens de chaque espèce ont été récoltés, étiquetés et mis en herbier.

Toutes les informations concernant l'herbier sont notées. La détermination a été effectuée au DRFP Ambatobe (TEF), au PBZT Tsimbazaza (TAN), par consultation des ouvrages spécifiques tels que : introduction à l'étude de la flore forestière de Madagascar (Capuron, 1957), la flore générique des arbres de Madagascar (Schatz, 2001).

2.3- Analyse des données

Analyse de la flore :

Elle étudie l'affinité biogéographique, la richesse floristique et les types biologiques.

Analyse de la végétation :

- **Etude de la structure de la végétation**

C'est l'étude de la répartition et l'agencement des unes par rapport aux autres des plantes constituant d'une formation végétale (GUINOCHET, 1973). Elle permet, d'une part, d'avoir une image réelle ou représentative de l'ensemble de la végétation et, d'autre part, de déterminer l'organisation spatiale des espèces. Elle met en évidence les différentes strates qui composent la formation végétale et la continuité de chaque strate.

- **Analyse dendrométrique :**

Elle permet d'évaluer le potentiel en bois de la formation végétale en se basant sur le calcul de la surface terrière et du biovolume par l'utilisation de la formule de DAWKINS (1959) :

$$G_i = \frac{\pi}{4} d_i^2$$

Avec G_i : surface terrière en m^2 de chaque individu i

d_i : diamètre à hauteur de poitrine de chaque individu i

$$V_i = 0,53 \sum_{i=1}^n G_i h_i$$

Avec V_i : biovolume de tous les individus en m^3

G_i : surface terrière de chaque individu i

h_i : hauteur du fût de l'arbre de chaque individus en m

0,53 : coefficient de forme

- **Etude de la régénération naturelle**

La régénération naturelle correspond à l'ensemble des processus naturels par lesquels les espèces se reproduisent naturellement dans une formation végétale (Rollet, 1983). Son étude permet d'estimer le potentiel de régénération de la formation végétale (Ravololomanana, 2001).

- ***Taux de régénération***

C'est le pourcentage des individus régénérés par rapport aux individus semenciers (roth, 1964).

Les semenciers se définissent comme tous les individus généralement capables de donner des fleurs. Dans les savoka, on considère comme semenciers les individus capables de fleurir même si le diamètre à hauteur de poitrine n'atteint pas 10cm, diamètre exigé pour les individus semenciers en forêt.

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Les études ont été réalisées dans 25 sites répartis dans différentes formations végétales.

- ***Flore***

77 Familles, réparties en 307 espèces et 180 genres ont été inventoriées dans les sites d'étude. Les familles les plus dominantes sont les Rubiaceae, Asteraceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae, Clusiaceae et Poaceae.

- ***Végétation***

Trois types de formations végétales sont rencontrés : forêt primaire, forêt secondaire et Savoka.

- **Pour les forêts primaires**

2 types de forêts primaires ont été étudiés, l'un à une altitude supérieure à 800 m et l'autre à une altitude inférieure à 800 m (tableau 1). Le tableau 1 donne les caractéristiques physique, floristique et structurale de ces forêts.

Tableau 1: Caractéristiques des forêts primaires

Type de formation	Forêt primaire	
	R1	R2
Relevé		
Altitude	790 m	922 m
Pente	70 – 80°	20°
Exposition	Ouest	Ouest
Versant	Bas versant	Bas versant
Richesse spécifique	83 espèces	81 espèces
DBh	0,5 – 33 cm	0,5 – 46,5 cm
Taux de régénération naturelle TR = (Nr / Ns) x100	470,37 %	511 %
Structure verticale	3 strates	3 strates avec des émergents
Familles les mieux représentées	LAURACEAE (9 espèces) EUPHORBIACEAE (8 espèces)	MYRTACEAE avec 10 espèces LAURACEAE avec 9 espèces
Surface terrière (m ² /ha)	67,265	74,545
Biovolume (m ³ /ha)	312,169	462,339

Les taux de régénération supérieurs à 100% indiquent une bonne régénération de ces forêts. La forêt située à une altitude inférieure à 800m est ouverte avec un recouvrement global égal à 31,62 %, la pente varie de 70 à 80° ; la forêt située à une altitude supérieure à 800m avec une pente de 20° est semi-ouverte, son recouvrement global est égal à 50,92 %. La différence entre l'altitude et la pente de deux formations primaires (R1 et R2) affecte leur flore et leur végétation, d'où la divergence entre leur composition floristique. Mais en général, les deux formations se ressemblent : richesse floristique importante, structure verticale à 3 strates, taux de régénération élevé, surface terrière et biovolume importants.

- **Pour les forêts secondaires**

Le tableau 2 résume les résultats des études obtenues sur ces types de forêts. L'action du feu diminue la richesse spécifique de la forêt de 37 à 18 espèces alors que 48 espèces sont recensées si la formation a subi uniquement le prélèvement du bois. Une formation ayant subi plusieurs passages du feu a une très faible régénération (42,2%). Les forêts secondaires sont généralement formées par trois strates, celle qui a subi plusieurs passages du feu n'en possède qu'une, le potentiel en bois est bon dans la formation qui a subi le prélèvement du bois et faible dans la formation secondarisée par le passage du feu. Le diamètre de l'individu varie de 0,3 à 22,3cm.

Ainsi, la nature et la fréquence de la perturbation affectent les caractéristiques des forêts secondaires

- **Pour les Savoka**

L'étude des savoka est basée sur leur âge et le nombre de défriches qu'ils ont subi. Leur dénomination est basée sur la fréquence et/ou l'abondance des individus d'une ou de plusieurs espèces dans un relevé donné :

13 types de savoka identifiés en fonction des espèces les plus caractéristiques ont été inventoriés à Vohimana. Le tableau 3 résume les caractéristiques des savoka. L'âge de repos, la pente, le nombre de défrichement et le nombre de feu subi par la formation végétale jouent un grand rôle dans l'installation de la végétation.

Plus le nombre de défrichement augmente, plus la formation tend vers une formation graminéenne et la régénération est faible. Plus le nombre de passage du feu est élevé, plus la formation est graminéenne. Plus le nombre de défriches est élevé, plus le taux de recouvrement des espèces herbacées augmente, pouvant arriver jusqu'à 100%. Plus l'âge du repos est élevé, plus la régénération est bonne, plus le potentiel en bois de la formation végétale augmente et plus la formation présente des espèces ligneuses.

La pente n'a pas vraiment d'influence sur les savoka.

En général, la richesse floristique est faible, mais les savoka sont riches en Asteraceae et Poaceae ; les espèces correspondantes sont anémochores, anémophiles et héliophiles qui s'installent facilement sur des sols nus.

Psidium altissima et *Clidemia hirta* sont les espèces les plus fréquentes, elles apparaissent quand les espèces forestières commencent à disparaître jusqu'à ce que la formation devienne herbeuse.

Les espèces qui caractérisent la composition floristique de chaque type de savoka varient en fonction du nombre de défrichement (1 à 10 fois) qu'il a subi et de son âge (1 à 13 / 21 ans), de la pente, du versant et de l'exposition.

Les espèces associées aux espèces dominantes dans le savoka, peuvent caractériser le type de formation.

Le savoka est généralement bistratifiée. Son potentiel en bois est faible, et sa surface terrière est réduite. Le sol est généralement dur, pauvre en litière et humus, ce qui rend difficile l'installation des espèces forestières.

Le passage du feu élimine petit à petit les espèces forestières et sélectionne les espèces les plus résistantes, qui sont surtout des graminées. Cependant, la présence des graminées indique aussi une destruction de la biodiversité. Le taux de régénération est faible dans une formation très défrichée, car le feu défavorise l'installation des jeunes plants et la semence des graines.

Tableau 2 : caractéristique des forêts secondaires

Type de pression	Passage des feux	Passage des feux	Exploitation de bois	Exploitation de bois	Passage des feux et exploitation de bois
Nombre de feu	5	n	+ 30 ans		
Pente	10°	40 – 60°	5 – 20°	42°	60°
Altitude	876 m	766 m	831 m	920 m	760m
Richesse spécifique	37 espèces : (73% Ligneuses et 27% Herbacées)	18 espèces : (53,8% Ligneuses et 46,2% Herbacées)	47 espèces : (91,5% Ligneuses et 8,5% Herbacées)	48 espèces : (91,7% Ligneuses et 8,3% Herbacées)	36 espèces : (77,5% Ligneuses et 22,5% Herbacées)
Taux de régénération naturelle	800%	42,2%	375%	136,5%	1 340 %
DBh	0,3 – 22,3cm	0,6 - 3,2cm	0,3 – 51cm	1,3 – 39,5cm	0,5 – 18cm
Structure verticale	3 strates : supérieure et moyenne ouvertes ; herbacée continue	1 strate : Ni strate supérieure ni strate inférieure, strate inférieure fermée	3 strates : supérieure très ouverte moyenne ouverte herbacée plus ou moins continue	3 strates : supérieure très ouverte moyenne ouverte herbacée continue	3 strates : supérieure et moyenne discontinues herbacée continue
Famille(s) la (les) mieux représentée(s)	ASTERACEAE	ASTERACEAE	EUPHORBIACEAE LAURACEAE	EUPHORBIACEAE LAURACEAE	MYRTACEAE CUNONIACEAE
Surface terrière (m ² /ha)	15,107	0,209	48,580	64,707	10,756
Biovolume (m ³ /ha)	31,496	0,219	242,281	289,238	39,676

Tableau 3 : Caractéristiques des savoka

Relevé	Age (ans)	Nombre de friches	Pente	Nombre d'espèces	Taux de régénération	Surface terrière (m ² /ha)	Biovolume (m ³ /ha)	Recouvrement Des herbacés (%)	Strates	Espèces caractéristiques
R8	1	16	20-52°	15	0%	0,597	0,597	27	Monostratifié	<i>Scalaria obortive</i> <i>Paspalum ambositrense</i>
R9		7	20°	14	33,33%	1,057	1,535	26,05	Monostratifié	<i>Psiadia altissima</i> <i>Lantana camara</i> <i>Helychrisum cordifolium</i> <i>Paspalum mitans</i> <i>Paspalum conjugatum</i>
R10		4	40°	13	26,60%	3,320	3,650	22,17	Monostratifié	<i>Helychrisum cordifolium</i> <i>Paspalum mitans</i>
R11	2.5	1	10-60°	18	12,50%	5,285	10,304	14,32	Bistratifié	<i>Psiadia altissima</i>
R12	3	6	5°	11	75%	2,526	2,535	23,02	Monostratifié	<i>Paspalum mitans</i> <i>Lantana camara</i> <i>Ageratum conyzoides</i>
R13	4	4	70 °	16	1,60%	5,109	7,467	22,95	Bistratifié	<i>Psiadia altissima</i>
R14	5	6	30-45°	13	6,52%	2,749	4,310	38,05	Bistratifié	<i>Psiadia altissima</i>
R15	6	4	22°	17	7,50%	6,872	13,786	17,08	Bistratifié	<i>Psiadia altissima</i> <i>Psidium cattleyanum</i> <i>Pteridium aquilinum</i>
R16	7	1	55°	15	5%	7,388	16,013	35,05	Bistratifié	<i>Psiadia altissima</i> <i>Clidemia hirta</i>
R17	8	1	45°	14	6,80%	7,379	16,757	22,68	Bistratifié	<i>Psiadia altissima</i>
R18	9	10	40°	12	44,80%	3,335	6,509	10,76	Bistratifié	<i>Psiadia altissima</i> <i>Clidemia hirta</i>
R19		2	25°	22	30,23%	1,514	3,566	13	Bistratifié	<i>Psiadia altissima</i> <i>Croton mongue</i> <i>Trema orientalis</i> <i>Clidemia hirta</i> <i>Pteridium aquilinum</i>
R20	10	1	40-60°	14	11,10%	5,550	12,692	35,94	Bistratifié	<i>Psiadia altissima</i> <i>Clidemia hirta</i>
R21	13	8	20°	20	12,20%	4,270	8,201	16,25	Bistratifié	<i>Psiadia altissima</i> <i>Aframomum angustifolium</i> <i>Morela spatulata</i> <i>Imperata cylindrica</i>
R22		4	35-40°	17	57,70%	15,124	50,333	37,72	Bistratifié	<i>Psiadia altissima</i> <i>Aframomum angustifolium</i> <i>Clidemia hirta</i> <i>Rubus mollucanus</i>
R23	18	n	40°	20	20,68%	42,481	113,711	36,19	Bistratifié	<i>Ravenea dransfieldii</i> <i>Ravenala madagascariensis</i> <i>Pteridium aquilinum</i> <i>Sticherus flagellaris</i>
R24	21	1	30-70°	26	1150%	43,682	125,173	34,64	3 strates	<i>Clidemia hirta</i> <i>Megastachia sp</i>

R25	26	1	40°	27	640%	6,199	14,353	15,46	Bistratifié	<i>Harungana madagascariensis</i> <i>Croton mongue</i> <i>Eugenia emirnensis</i> <i>Rubus mollucanus</i> <i>Paspalum ambositrense</i>
-----	----	---	-----	----	------	-------	--------	-------	-------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5. DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

La richesse floristique et les espèces dominantes dans les savoka peuvent varier d'année en année et ceci dépend de l'activité pratiquée par la population riveraine. D'après les études bibliographiques et les travaux effectués sur terrain, la formation végétale de Vohimana ne cesse de se dégrader et ceci mérite bien une technique d'aménagement comme la restauration écologique. L'âge et le sol ne sont pas les seuls facteurs qui déterminent la composition floristique des Savoka : le nombre de défriches qu'ils ont subis, joue aussi un rôle important.

6. CONCLUSION

Cette étude a permis d'obtenir des informations sur la végétation de la région de Vohimana. Les objectifs étaient de faire des inventaires floristiques et de donner les différents types de formation végétale : forêt primaire, forêt secondaire et savoka. La forêt primaire est caractérisée par trois strates bien distinctes avec une richesse floristique importante, une bonne potentialité de bois. avec une surface terrière et un biovolume élevé. Dans la forêt secondaire, le nombre de strates dépend de la pression qu'elle a subi : deux strates pour celle qui a subi le passage du feu avec un potentiel en bois relativement faible ; trois strates pour la forêt qui a subi le prélèvement de bois avec une potentialité en bois moyenne. Les 13 types de savoka identifiés sont généralement bistratifiés, leurs caractères floristiques reflètent les diverses conditions écologiques du milieu (sol, pente et nombre de défriches). Les savoka sont généralement faibles en potentialité en bois, seuls les savoka âgés possèdent une valeur moyenne de potentialité en bois.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont accompagné lors de la réalisation de ce travail et ont témoigné de l'intérêt pour nos recherches.

Nos remerciements se tournent particulièrement vers :

- tous les membres du projet FOREAIM, pour leurs conseils techniques et leurs assistances sur terrain ainsi que l'aide financière et matériel dont nous avons bénéficié durant les travaux.

- toute l'équipe de l'ONG MATE (Man and The Environment), de nous avoir permis d'intégrer dans leur site pour pouvoir réaliser ce travail.
- tous les guides de Vohimana, pour avoir accepte de travailler avec nous durant notre étude sur terrain.

A tous les villageois de Vohimana pour leur accueil très chaleureux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Buron, G., 2004.-** Document cadre évolutif de gestion du site de développement et de conservation de Vohimana. Mémoire de stage. Institut Professionnalisé. MATE. 128p.
- Dajoz R., 1996,** Précis d'écologie, éd. Dunod, Paris, ISBN 210 003153 8, 551p
- Dawkins, H.C., 1959,** The management of natural tropical high forest, with special reference to Uganda. Commonwealth forestry, Institute University of Oxford, England, 155p
- Guinochet M., 1973.-** Phytosociologie, collection d'écologie.1. éd. Masson et compagnie, Paris VIème, ISBN 2-225 35 618X, 227p.
- L'homme et l'environnement, 2003, Plan d'aménagement évolutif du site de conservation et de développement de VOHIMANA
- Rahajanirina V V. et Raivoarisoa F. M.J., 2002,** Inventaire floristique et enquêtes ethnobotaniques dans la forêt de VOHIMANA et ses alentours, L'homme et l'environnement, 29p.+ annexes
- Rollet, B., 1983.-** La régénération naturelle dans les trouées. Un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides. Bois et forêts des tropiques. pp 19-34. 202p
- Roth, P., 1964,** Régénération naturelle en forêt tropicale. Le « *Dipterocarpus drey* » sur le versant Cambodgien du Golf de Siam. Madagascar. 397p

INVENTAIRE ET CARACTERISATION ECOLOGIQUE DE LA FORET DE MAROMIZAHA (Corridor Ankeniheny- Zahamena)

Verohanitra Miarivelomalala RAFIDISON, Edmond ROGER

*B.P. 906 – Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences – Université
d'Antananarivo*

RESUME

La présente étude, réalisée dans la forêt pluviale de Maromizaha nous a permis d'identifier 193 espèces dont 16 sont très utilisées par la population. Du bas fond à la crête ces espèces forment une forêt pluristrate et se rencontrent sur des sols ferrallitiques caractéristiques d'une forêt ombrophile. Ces espèces présentent une bonne régénération avec un taux largement supérieur à 100%.

Mots clés : Inventaire floristique, situation floristique, plantes utiles, Maromizaha, corridor

1. INTRODUCTION

L'isolement de Madagascar du bloc Gondwana et du continent Africain a permis à notre île de bénéficier d'une richesse en biodiversité avec un taux d'endémisme exceptionnel (monographie nationale sur la biodiversité à Madagascar, 1997). Selon l'ONE (1994), seulement, 21% environ du territoire national sont recouverts de forêts. Ce sont surtout les pressions anthropiques qui ont accéléré continuellement sa dégradation malgré les dispositifs mis en place pour la protection des ressources. Certes, des mesures ont été déjà prises par les autorités compétentes mais elles doivent être renforcées car elles sont généralement mal considérées.

Toutes ces raisons ont motivé le choix de notre étude sur la forêt pluviale de Maromizaha, dans le but de faire la caractérisation écologique et floristique de ce bloc oriental.

2. MILIEU D'ETUDE

La forêt de Maromizaha se trouve dans la région d'Andasibe, à 146 km de la capitale et à 35 km de Moramanga, dans le Fokontany d'Anevoka. Elle est considérée comme le dernier vestige de correspondance dans le système de jonction des aires protégées d'Andasibe. Elle fait partie de la deuxième falaise Betsimisaraka du versant oriental avec une altitude comprise entre 850m et 1100m (Razakanirina, 1989), répartie dans une superficie de 1600 ha (Figure 1).

3. METHODES D'ETUDE

Différentes méthodes ont été utilisées afin de caractériser les formations végétales.

a- Des recherches bibliographiques pour avoir une connaissance approfondie des méthodes adoptées et obtenir des données du site étudié

b- L'échantillonnage stratifié pour déterminer les différentes zones à échantillonner en superposant les documents cartographiques tels que : géologique, topographique, végétation.

c- L'enquête ethnobotanique pour cibler les espèces les plus récoltées par la population riveraine ainsi que leurs utilisations

d- Le calcul de l'indice d'utilisation pour évaluer l'importance de l'utilisation des espèces par les paysans (Martin, 1995).

e- L'étude du sol permet d'évaluer la variation de sa structure, de sa couleur, de son enracinement et la limite des horizons

f- L'étude de la végétation est basée sur des relevés écologiques, quatre méthodes ont été utilisées:

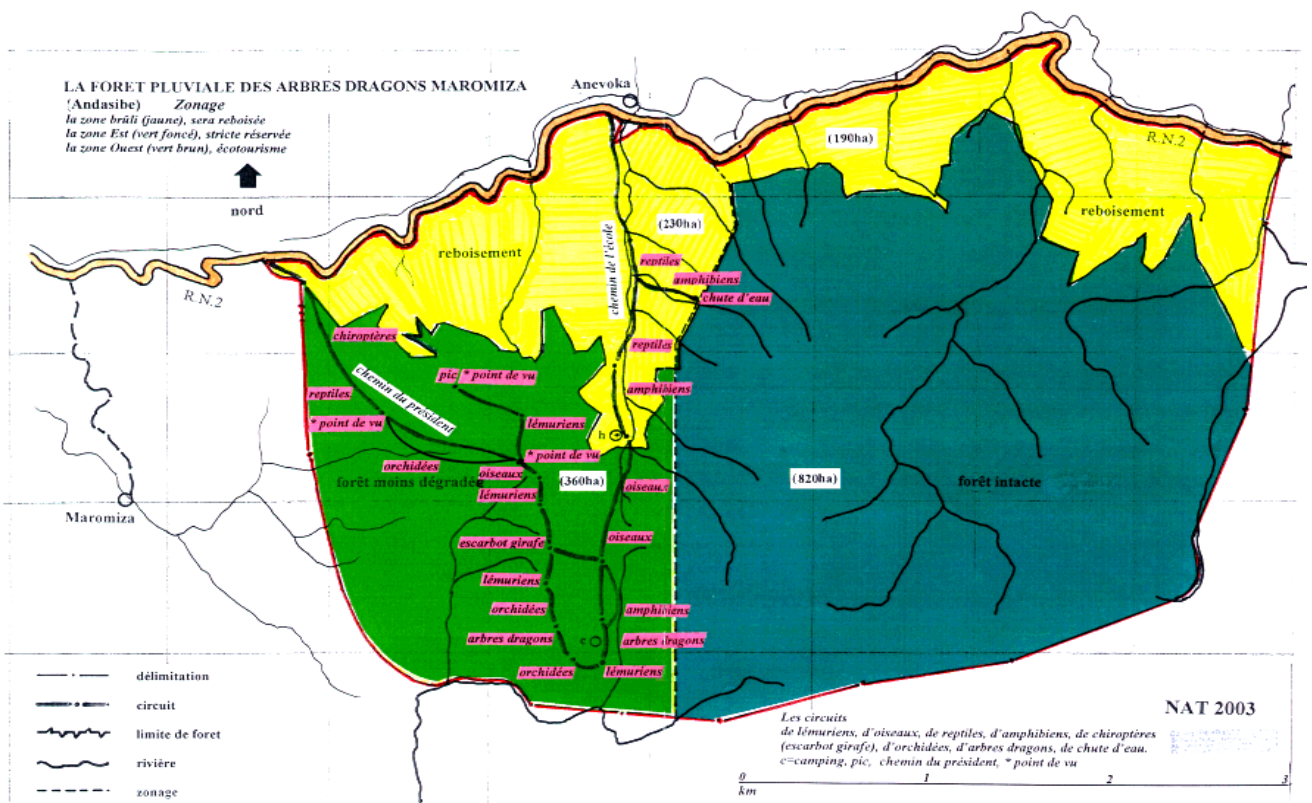


Figure 1 : Carte de la forêt pluviale des arbres dragons de Maromizaha (Source : Zinnerman, 1999)

- +La méthode de transect de Duvigneaud (1969) consiste à étudier la structure horizontale d'une formation végétale
- +La méthode de Godron(1983) permet de donner la structure verticale de la végétation
- +La méthode d'inventaire biologique rapide
- +La méthode de Braun Blanquet (Gounot, 1969)
- g- Etude de la régénération naturelle pour évaluer les risques d'extinction et le dynamisme de la végétation.
- h- Calcul de similitude pour caractériser le degré de ressemblance entre deux positions topographiques en comparant leurs listes floristiques.

4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

▪ Résultats d'enquête

Les résultats de l'enquête nous ont permis d'identifier 16 espèces très utilisées par les habitants des cinq villages les plus voisins de la forêt de Maromizaha.

▪ Résultats des relevés floristiques et pédologique

L'étude est effectuée sur différentes topographies des différents versants.

a- Le bas fond (1030m d'altitude)

➤ **Le bas fond ouest** présente une aire minimale de 64m². Il présente 2692 individus dans 448m². Ces individus se répartissent sur 52 espèces, 41 genres et 26 familles. Du point de vu physiologique, il présente trois strates :

- une strate supérieure dont la hauteur des arbres peut atteindre 23m, les troncs sont presque droits (*Dracaena reflexa* et *Pandanus pulcher*)

-une strate moyenne comprise entre 2 et 8m de hauteur, ce sont des arbustes (*Dicaethantera*, *Aphloia theaformis*,...) et les jeunes arbres de la strate supérieure.

- une strate inférieure composée surtout d'herbacées formant des touffes plus ou moins discontinues (*Setaria palidea*, *Cyathea sp* et *Asystasia sp*)

Les épiphytes et les lianes sont abondantes.

Concernant la régénération naturelle, il présente une très bonne régénération avec un taux de 4006%.

Pédologiquement, ce bas versant présente une succession d'horizons :

- Horizon A avec A₀₀(2cm), A₀(4cm), A₁(13cm) et A₂(8cm),
- Horizon B avec uniquement B₁ mais B₂ est absente.

- **Le bas fond Est** présente une aire minimale de 32m². La parcelle de 0.1 Ha compte 4352 individus, appartenant à 67 espèces réparties dans 6 genres et 48 familles. Physionomiquement, il présente trois strates :

- une strate herbacée de 0 à 2m dominée par *Setaria palidea* , *Cyathea sp.* , *Cyperus sp.* et *Asystasia sp.*,
- une strate arbustive de 2 à 8 m occupée par les jeunes arbres de la strate supérieure.
- une strate arborescente pouvant atteindre 22m de haut formée par *Pandanus pulcher* et *Dracaena reflexa*

On constate que le recouvrement est différent, les zones les plus peuplées se trouvent sur la terre ferme et les clairières dans le marécage. La forêt présente en général un faible potentiel ligneux.

La flore présente une bonne régénération avec un taux de 995%.

Concernant la pédologie, l'épaisseur des différents sous horizons sont différents:

- Sur terre ferme: A₀₀ :4cm, A₀ :26cm, A₁: 26cm et A₂:7cm,
- Dans le marécage: A₀₀ :4cm, A₀ :6cm, A₁: 16cm et A₂:43cm.

Le sol marécageux plus hydromorphe facilite la décomposition et favorise le développement de certaines espèces.

Si on compare les deux versants, on a une plus grande diversité floristique à l'ouest mais tous les deux présentent une micro hétérogénéité floristique et une bonne régénération naturelle. La surexploitation par la population riveraine entraîne une diminution des individus semenciers comme : *Dalbergia baronii*, *Dypsis madagascariensis*, *Euphorbia tetraptera* et *Ravenala madagascariensis*.

b- Le bas versant

L'aire minimale est égale a 128m² avec 68 espèces pour le versant Est mais pour le versant Ouest elle est de 256m² avec 70 espèces. Il contient 2280 individus à l'hectare. En tout, 73 espèces réparties dans 57 genres et 33 familles ont été recensées. Les familles les plus représentées sont : Rubiaceae (avec 10 espèces), Euphorbiaceae et Liliaceae avec chacune 4 espèces.

Du point de vue physionomique, la végétation présente trois strates :

- La strate supérieure : formée par des arbres dont la hauteur peut atteindre jusqu'à 18m
- La strate moyenne : constituée par *Pauridiantha lyalli* (Rubiaceae), *Pandanus sp.* (Pandanaeae), *Cyathea sp.* (Cyatheae)
- La strate inférieure : composée surtout par *Gaertnera macrostipula* (Loganiaceae), *Mapouria sp.* (Rubiaceae), *Setaria palidea* (Poaceae)

Ce versant a une bonne régénération avec un taux de régénération compris entre 300 et 299 %.

Le sol présente la succession des horizons suivants : A₀₀ : 6 à 7 cm, A₀ : 10 à 26cm, A₁ : 18 à 12 cm, et A₂ : 1 à 12 cm. Les horizons B sont absents.

c- Le mi-versant

Sur le versant Ouest l'aire minimale est égale à 216m² avec 69 espèces et la densité du peuplement est de 1.32 ind/m². Sur le versant Est, l'aire minimale est de 256m² avec 76 espèces et la densité du peuplement est de 0.84ind/m². Floristiquement, 69 espèces réparties en 60 genres et 46 familles ont été recensés. C'est une végétation stratifiée :

- Strate inférieure : plus ou moins dense et continue, elle est dominée par le genre *Setaria*.

- Strate moyenne : constituée par des arbustes et aussi des plantes héliophiles en pleine croissance. Elle est ouverte et dominée par *Cyathea sp.*, *Aphloia sp.* et *Cryptocaria sp.*

- Strate supérieure : occupée par des grands arbres. Les arbres sont rares avec un recouvrement semi-ouvert.

- Les émergents : très dispersés

Les lianes et les mousses sont très nombreux et confirment bien la caractéristique de forêts denses humides sempervirentes.

Aussi bien sur le versant Ouest que le versant Est la forêt présente une bonne capacité de régénération avec des taux respectivement de: 328% et 576%

Du point de vue pédologique, toutes les horizons sont présentes : A₀₀, A₀, A₁, A₂, B₁ et B₂ mais les différences du versant Ouest de l'Est sont l'épaisseur et les caractéristiques de chaque horizon. Ce sont des sols ferrallitiques typiques, jaunes sur rouges sur roches cristallines caractéristiques d'un climat humide.

La litière est épaisse et légèrement spongieuse.

d - Le haut versant

L'aire minimale est égale à 62 m². On a recensé au total 49 espèces pour le versant Est et 53 espèces pour le versant Ouest. Dans le versant Est, dans une surface de 256m² supérieure à cette aire minimale, on a recensé 289 individus appartenant à 34 Familles qui se répartissent en 72 espèces. Parmi eux, 61 appartiennent aux 4 espèces de la famille des Euphorbiaceae. Dans le versant Ouest, On a recensé 205 individus appartenant à 25 familles.

Du point de vue physionomique, les deux versants (bas versant et mi-versant) présentent trois strates :

- strate inférieure (0-2m) : dominée par les *Bambusa sp* , par de petits arbustes comme *Lygopodium* et *Ocotea*.

- strate moyenne (2 à 8m) : marquée par l'abondance des genres : *Vernonia* sp, *Cyathea barbonica*, *Rhus tarantana*, *Eugenia loucahensis*, les regenerés du *Foetida asymetrica*, *Aphloia theaformi* .

- strate supérieure (supérieure à 8 m) , composée de grands arbres dont les plus fréquents sont *Ocotea* sp , *Cryptocaria nervosa* , *Eugenia loucahensis* , *Harungana madagascariensis* et *Domohinea perrieri* .

Il existe des émergents ayant une hauteur supérieure à 20 m à nombre restreint.

Les deux versants présentent une bonne régénération avec un taux de 605% pour le versant Ouest et 895 % pour le versant Est.

Les versants présentent le même type de sol : sol ferrallitique avec les horizons suivantes : A₀₀ (8 à9 cm), A₀ (6 cm) , A₁ (10cm), A₂ (12cm), B₁ : (13cm) et B₂ : (25cm) .

Malgré la ressemblance de la structure du sol, on observe une variation floristique. Ceci peut être dû à la variation de l'humidité ou à d'autres facteurs climatiques et facteurs biotiques.

e- La crête

Sur une aire minimale de 144 m², sur le versant Est, et 88 m² sur le versant Ouest, on a recensé 85 espèces qui se répartissent sur 74 genres et 42 familles. En moyenne, la densité du peuplement est de 6 individus par m².

Si on considère la physiologie, la crête présente trois strates :

- la strate inférieure: constituée par les plantules de *Weinmannia rutenbergianum* et *Eugenia gavoala*, et de l'herbe *Setaria palidea*.

- la strate moyenne comporte quelques individus de *Cuphocarpus* sp. et de *Pandanus vandanus*.

- la strate supérieure qui ne dépasse pas de 15m, est dominée par *Eugenia lokohensis*, *Brachylaena merana*, *Uapaca densifolia*, et *Cryptocarya* sp.

Les mousses, les lichens et les épiphytes sont abondantes sur la strate inférieure.

Le calcul du taux de régénération montre une valeur largement supérieure à la normale : 2042 % pour le versant Est, et 9307 % pour le versant Ouest.

Du point de vue pédologique, Le versant Est présente beaucoup plus d'horizons : A₀₀ (18 cm), A₀ (6 cm) , A₁ (10 cm) , A₂ (6 cm), B₁ (7 cm), B₂ (5 cm) et B₃ que le versant Ouest : A₀₀ (7 cm) , A₀ (4 cm) , A₁ (7 cm) , A₂ (4 cm), A₃ (5 cm), B₁ (10 cm) , B₂ (13 cm) et B₃. Ce sont des sols ferrallitiques.

▪ Résultat des calculs de similitude des relevés

Les coefficients de similitude entre les cinq relevés sont tous inférieurs à 50%. Les cinq relevés ne sont pas similaires, on a donc 5 groupes écologiques différents. Chaque groupe écologique est caractéristique d'une position

topographique. Chacun des groupes évolue sous l'influence des conditions climatiques et édaphiques qui varient en fonction de l'altitude. Mais il y a des espèces présentes quelle que soit la position topographique : *Cyathea* sp, *Dichaetanthera* sp., *Dombeya lucida*, *Dypsis* sp, *Eugenia* sp, *Maesa lanceolata*, *Weinmannia rutenbergianum*, une espèce inféodée au bas fond : *Casearia nigrescens*, deux inféodées à la crête : *Cassinopsis myriocarpa* et *Cassipourea* sp.

5. DISCUSSION

La végétation du bas fond est assez ouverte. Les semenciers sont peu nombreux. Ceci peut être dû à l'exploitation du bois étant donné que cette zone est plus accessible pour les habitants des villages environnants. Cependant, même sur la crête, des anciennes exploitations auraient pu avoir lieu vu que le nombre des grands arbres est infime. L'exploitation aurait dû être intense du fait que le bois des bas fonds était presque épuisé ; les exploitants seraient montés petit à petit dans le bloc forestier jusqu'à la crête. Cependant, ces exploitations datent d'avant l'installation du projet de NAT qui protège les forêts aux alentours d'Andasibe. La régénération peut être possible si l'on procède à une protection adéquate de ces vestiges. Mais la sénescence pourrait également être en cause. La présence de l'espèce *Dombeya* sp marque une dégradation de la forêt primitive. La présence de la fougère *Cyclosorus distans* révèle un substrat appauvri. Ainsi, il s'agit d'une forêt écrémée.

Les populations riveraines pratiquent le tavy étant donné l'aspect géomorphologique très accidenté de la région, il est difficile d'établir des champs de culture étendues et irriguées.

Le groupement du bas fond présente des caractéristiques du *savoka* par la présence des espèces rudérales comme : *Harungana madagascariensis* et *Trema orientalis*. En effet, ce groupement se trouve à proximité de la zone dégradée. Cette formation végétale est donc fragile du fait de la nature de la flore malgache qui est une flore insulaire, peu compétitive.

6. CONCLUSION

La forêt pluviale orientale de Maromizaha est une forêt dense humide de moyenne altitude, appartenant à la série à *Weinmannia* et à *Tambourissa*. Elle a une très grande diversité floristique avec 193 espèces qui se répartissent principalement sur les familles suivantes : Rubiaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Anacardiaceae, Flacourtiaceae...

C'est une végétation forestière pluristrate, poussant sur des sols argileux et ferrallitiques. La hauteur des arbres diminuant en hauteur avec une canopée plus ouverte dans la partie ouest.

La pression anthropique est la principale menace qui pèse sur cette forêt. Cette pression peut même entraîner à la disparition de certaines espèces végétales et animales. Ce qui rend cette forêt très vulnérable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andrianotahianjahary, H. 2005**, Etude écologique et ethnobotanique de la diversité floristique des jachères du corridor forestier Ranomafana-Andringitra. Cas d'Ambendrana-Fianarantsoa. Mémoire DEA- DBEV. 87 p.
- Frendemberg, 1999**, « Course pour le corridor, une étude sur l'économie familiale et la gestion des Ressources naturelles dans la commune d'Ikongo à Madagascar »
- Godron, M. 1983**, Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Edition du CNRS, 273 p.
- Gounot, M. 1969**, Méthode d'étude quantitative de la végétation. Edition Masson.
- Lemee, G. 1978**, Précis d'écologie végétale. Edition Masson, 285 p.
- Ravaoarimalala, F. 1982**, Aménagement de la station forestière d'Analamazaotra en vue de la promotion du tourisme scientifique et de la conservation de la nature. E.E.S.S.A. Département Eaux et Forêts. 148 p.
- Ravoninjatovo, A. 1996**, Approche phytoécologique et étude des impacts anthropiques sur quelques forêts des Aires Protégées d'Andasibe-Mantadia. Mémoire DEA- DBEV. 64 p.
- Razafimamonjy, N. 2002**, Etude phytoécologique de la forêt de Betaolana dans la région d'Andapa en vue d'un aménagement. Cas du village Ambodivoara. Mémoire DEA – DBEV.
- Razakanirina, D., 2002**, Akon'ny ala n°3, Septembre 1989 : « Végétation d'Andasibe »
- Razafy Fara Lala, 1991**, Etude du dynamisme de la végétation à Andasibe. Mémoire DEA – DBEV
- Schatz, G. E. 2001, Flore générique des arbres de Madagascar.
- Zimmermann, H. 1999**, Le projet forêt pluviale de NAT, un système de jonction des aires Protégées à Andasibe-Madagascar pour la protection de la nature et de l'homme. Soumis au Ministère des Eaux et Forêts et à l'Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées. 31 pps. + 4 encl. Non publ.

ANNEXE
Liste floristique – BAS FOND MAROMIZAHA

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Famille	Localisation topographique
<i>Abrus precatorius</i>		FABACEAE	bas fond, bas versant
<i>Acacia latispinosa</i>		FABACEAE	bas fond, crête
<i>Acacia sp.</i>		FABACEAE	mi-versant, haut versant
<i>Aeranthus sp.</i>		ORCHIDACEAE	crête
<i>Ageratum conyzoides</i>	Bemaimbo	ASTERACEAE	bas fond
<i>Allophylus cobbe</i>		SAPINDACEAE	bas versant
<i>Allophylus sp.</i>	Karambitto	SAPINDACEAE	mi- versant
<i>Ampalis sp.</i>		MORACEAE	bas versant
<i>Anthocleista madagascariensis</i>	Lendemilahy	LOGANIACEAE	mi-versant, crête
<i>Anthocleista sp.</i>	Lendemilahy	LOGANIACEAE	mi-versant
<i>Antirhea sp.</i>		RUBIACEAE	bas fond, bas versant
<i>Aphloia theaformis</i>	Fandramanana	FLACOURTIACEAE	bas fond, bas versant, mi-versant, haut versant
	Antafaralahy	APOCYNACEAE	haut versant
<i>Asparagus sp.</i>	Arivoravina	LILIACEAE	bas fond, mi-versant
<i>Asplenium nidus</i>	Lavareny	ASPLENIACEAE	bas fond, mi-versant
<i>Asplenium sp.</i>		ASPLENIACEAE	bas versant, haut versant
<i>Asystasia coromandeliane</i>	Beloalika	ACANTHACEAE	bas versant ? crête
<i>Asystasia sp1.</i>		ACANTHACEAE	bas fond, bas versant, mi-versant
<i>Asystasia sp2.</i>	Beloalika	ACANTHACEAE	mi- versant, haut versant, crête
		ASTERACEAE	mi- versant
<i>Brachylaena merana</i>	Merampamelona	ASTERACEAE	crête
<i>Brachylaena ramiflora</i>	Merampamelona	ASTERACEAE	mi- versant
<i>Bulbophyllum sp.</i>		ORCHIDACEAE	bas fond, crête
<i>Beilshemiedia sp.</i>		LAURACEAE	mi-versant
<i>Bakerella sp.</i>		LORANTHACEAE	bas versant, crête
<i>Bambusa sp.</i>		BAMBUSAE	haut versant
<i>Blotia sp.</i>		EUPHORBIACEAE	crête
<i>Bosqueia sp.</i>	Dipaty	MORACEAE	crête
<i>Brexia madagascariensis</i>		SAXIFRAGACEAE	
<i>Cabucala sp1.</i>		APOCYNACEAE	bas versant, haut versant
<i>Cabucala sp2.</i>		APOCYNACEAE	bas versant
<i>Callophyllum sp.</i>		CLUSIACEAE	crête
<i>Campylospermum sp.</i>		OCHNACEAE	bas versant, mi-

			versant, crête
<i>Canarium madagascariensis</i>	Ramy	BURSERACEAE	bas versant, mi-versant
<i>Canthium sp.</i>	Pitsikahitra	RUBIACEAE	crête
<i>Cassinopsis myriocarpa</i>		RHIZOPHORACEAE	crête
<i>Cassipourea sp.</i>		RHIZOPHORACEAE	crête
<i>Caspis sp.</i>		BAMBUSAE	bas versant
<i>Casuarina nigriscens</i>			bas fond
		CELASTRACEAE	mi-versant
<i>Chrysophyllum boivinianum</i>		SAPOTACEAE	mi-versant
<i>Clematis sp.</i>		RENONCULACEAE	bas fond
<i>Clerodendron ocubifolium</i>		VERBENACEAE	mi-versant, crête
<i>Clidemia hirta</i>	Mazambody	MELASTOMACEAE	bas fond, bas versant
<i>Cnestis glabrifolia</i>		CONNARACEAE	mi-versant
<i>Colea sp.</i>		BIGNONIACEAE	bas versant, mi-versant , haut versant
<i>Coffea sp1.</i>	Kafeala	RUBIACEAE	mi-versant
<i>Coffea sp2.</i>		RUBIACEAE	mi-versant, haut versant, crête
<i>Croton sp.</i>		EUPHORBIACEAE	crête
<i>Cryptocaria anisata</i>	Tavolopina	LAURACEAE	haut versant
<i>Cryptocaria sp</i>	Tavolo	LAURACEAE	mi-versant
<i>Cuphocarpus aculeatus</i>	Voantsilana	ARALIACEAE	haut versant
<i>Cuphocarpus sp.</i>		ARALIACEAE	bas versant, crête
<i>Cussonia elephantipes</i>			haut versant
<i>Cyclosorus distans</i>		POLYPODIACEAE	crête
<i>Cyclosorus sp.</i>		POLYPODIACEAE	crête
<i>Cyathea borbonica</i>	Fanjana	CYATHEACEAE	haut versant, crête
<i>Cyathea sp1.</i>	Fanjana	CYATHEACEAE	bas fond, bas versant, mi-versant
<i>Cyathea sp2.</i>	Fanjana	CYATHEACEAE	bas fond
<i>Cyathea sp3.</i>	Fanjana	CYATHEACEAE	bas fond
<i>Cyathea sp4.</i>	Fanjana	CYATHEACEAE	bas fond
<i>Cyathea sp5.</i>	Fanjana	CYATHEACEAE	bas fond
<i>Cyathea sp6.</i>	Fanjana	CYATHEACEAE	bas fond
<i>Cyathea sp7.</i>	Fanjana	CYATHEACEAE	bas fond
<i>Cyathea sp8.</i>	Fanjana	CYATHEACEAE	bas fond
<i>Cyathea sp9.</i>	Fanjana	CYATHEACEAE	bas fond
<i>Cynanchum sp.</i>	Vahinankany	ASCLEPIADACEAE	bas fond
<i>Cynanchum sp1</i>		ASCLEPIADACEAE	bas versant
<i>Cyperus sp.</i>	Teloirirana	CYPERACEAE	bas fond
<i>Cyperus sp.</i>		CYPERACEAE	bas versant
<i>Dalbergia baroni</i>	Voamboana	FABACEAE	mi-versant, haut

			versant
<i>Dianella culifolia</i>		LILIACEAE	bas versant
<i>Dianella ensifolia</i>		LILIACEAE	bas versant, crête
<i>Dichaetanthera sp.</i>	Belavenona	MELASTOMACEAE	bas fond, mi-versant, haut versant, crête
<i>Dillenia striqueta</i>		DILLENIACEAE	haut versant
<i>Diospyros grassilipes</i>	Hazomafana	EBENACEAE	bas versant, mi-versant, crête
<i>Diospyros hazomaintii</i>	Hazomainty	EBENACEAE	mi- versant
<i>Diospyros lavaravina</i>		EBENACEAE	mi- versant
<i>Dracaena reflexa</i>	Hasina	DRACAENACEAE	bas fond, bas versant, mi-versant, haut versant
<i>Dombeya biembellata</i>	Hafopotsy	STERCULIACEAE	mi-versant
<i>Dombeya indica</i>	Hafotra	STERCULIACEAE	haut versant
<i>Dombeya lucida</i>	Hafotra, Hafobalo	STERCULIACEAE	bas fond, bas versant, mi-versant
<i>Dombeya spectabilis</i>	Hafopotsy	STERCULIACEAE	bas fond, bas versant, haut versant
<i>Domohinea perrieri</i>	Hazondomohina	STERCULIACEAE	bas fond, bas versant, mi-versant, haut versant
<i>Dyopsis longipes</i>	Bedoda	ARECACEAE	bas fond, mi-versant
<i>Dyopsis hildebrandtii</i>	Bedoda, Tsirika	ARECACEAE	mi-versant, haut versant, crête
<i>Dyopsis sp.</i>	Lafaza	ARECACEAE	bas fond
<i>Dyopsis sp1</i>		ARECACEAE	bas versant
<i>Elaeodendron sp</i>		CELASTRACEAE	crête
<i>Evonymopsis sp</i>		CELASTRACEAE	crête
<i>Elaphoglossum sp</i>		POLYPODIACEAE	crête
<i>Elephantopus scaber</i>	Tambakombako	ASTERACEAE	bas fond
<i>Emilia sp.</i>	Tsimotsimo	ASTERACEAE	bas fond
<i>Enterospermum sp.</i>		RUBIACEAE	bas versant, mi-versant, haut versant, crête
<i>Eonia sp.</i>		ORCHIDACEAE	crête
<i>Erythroxylum ampullaceum</i>		ERYTHROXYLACEAE	haut versant
<i>Erythroxylum buxifolia</i>	Menahihy lahy	ERYTHROXYLACEAE	crête
<i>Erythroxylum sphaenrantum</i>		ERYTHROXYLACEAE	mi-versant
<i>Erythroxylum sp.</i>	Menahihy	ERYTHROXYLACEAE	mi-versant
<i>Eugenia sp.</i>	Rotra	MYRTACEAE	bas fond, mi-versant
<i>Eugenia emimense</i>		MYRTACEAE	crête
<i>Eugenia gavoala</i>	Gavoala	MYRTACEAE	bas versant, mi-versant, haut versant, crête
<i>Eugenia grossepunctata</i>		MYRTACEAE	mi-versant

<i>Eugenia loukohensis</i>	Rotra	MYRTACEAE	haut-versant, crête
<i>Eugenia sp2</i>	Rotra	MYRTACEAE	crête
<i>Euphorbia tetraptera</i>	Samata	EUPHORBIACEAE	bas versant, mi-versant, haut versant
<i>Evonymopsis</i>	Voamasoandro	CELASTRACEAE	haut versant
<i>Ficus sorosoïdes</i>		MORACEAE	mi-versant, crête
<i>Ficus sp.</i>	Amontana	MORACEAE	bas fond
<i>Filicium decipiens</i>		SAPINDACEAE	mi-versant
<i>Foetida asymetrica</i>	Nanto	LECITHYDIACEAE	bas versant, mi-versant, haut versant, crête
<i>Gaertnera macrostipula</i>	Bararaka	RUBIACEAE	bas versant, crête
<i>Gaertnera rubia</i>	Tsikafokafe	RUBIACEAE	bas versant, mi-versant
<i>Gaertnera sp</i>	Tsikafikafikafe	RUBIACEAE	haut versant
<i>Gambeya boiviniana</i>	Famelona	SAPOTACEAE	mi-versant
<i>Grewia rhodonta</i>		TILIACEAE	bas versant
<i>Grewia brediellaefolia</i>		TILIACEAE	crête
<i>Grewia sp.</i>	Hafodambo	TILIACEAE	bas versant
<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana	GUTTIFERAE	bas fond, haut versant
<i>Heliopsis sp</i>		ASTERACEAE	crête
<i>Hibiscus sp</i>		MALVACEAE	crête
<i>Hildegardia sp ;</i>		FABACEAE	mi-versant
<i>Holmskioldia sp</i>		VERBENACEAE	crête
<i>Homalium sp.</i>	Hazombato	FLACOURTIACEAE	bas fond
<i>Hyphocarpus</i>			bas fond
<i>Ilex mitis</i>	Hazondrano	AQUIFOLIACEAE	bas fond, bas versant, mi-versant
<i>Liparis sp.</i>		ORCHIDACEAE	bas versant
<i>Lycopersicum sp</i>		ASTERACEAE	crête
<i>Impatiens sp1</i>		BALSAMINACEAE	crête
<i>Impatiens sp2</i>		BALSAMINACEAE	crête
<i>Impatiens sp3</i>		BALSAMINACEAE	crête
<i>Ixora sp.</i>		RUBIACEAE	haut versant
<i>Kalanchoe sp</i>		CRASSULACEAE	crête
<i>Macaranga alnifolia</i>	Makaranandahy	EUPHORBIACEAE	bas versant
<i>Macaranga obovata</i>	Mokaranana	EUPHORBIACEAE	bas versant, mi-versant, haut versant, crête
<i>Macaranga cuspidata</i>	Mokaranana	EUPHORBIACEAE	bas versant
<i>Macaranga molanga</i>	Mokaranana	EUPHORBIACEAE	bas fond
<i>Maesa laceolata</i>	Rabedoda	MYRSINACEAE	bas fond, crête
<i>Mapouria macrochlamys</i>	Bararaka	RUBIACEAE	haut versant
<i>Mapouria sp.</i>	Amalomanta	RUBIACEAE	bas versant, crête
<i>Melanophylla sp</i>		MELANOPHYLLACEAE	mi-versant
<i>Medinilla parvifolia</i>		MELASTOMATACEAE	mi-versant

<i>Medinilla sp.</i>	Ravimasy	MELASTOMACEAE	bas fond
<i>Medinilla sp.</i>		MELASTOMACEAE	bas versant, mi-versant, haut versant, crête
<i>Monanthotaxis sp.</i>		ANNONACEAE	bas versant, mi-versant
<i>Monoporus sp.</i>		MYRSINACEAE	bas versant
	Dipaty	MORACEAE	
<i>Morus sp.</i>	Voaroy	MORACEAE	bas fond
<i>Mussaenda sp.</i>		RUBIACEAE	bas fond, bas versant, mi-versant, haut versant, crête
<i>Mystroxydon sp.</i>		CELASTRACEAE	bas fond
<i>Nastus sp.</i>	Voloandotra	POACEAE	crête
<i>Nesogordonia sp.</i>		STERCULIACEAE	bas fond, mi-versant
<i>Norhonia oblongifolia</i>	Tsilaitra	OLEACEAE	mi-versant, crête
<i>Noronhia sp.</i>	Tsivakihoditra	OLEACEAE	mi-versant
<i>Nuxia capitata</i>		BUDDLEJACEAE	mi-versant
<i>Nuxia oppositifolia</i>		BUDDLEJACEAE	crête
<i>Ochrocarpos madagascariensis</i>	Kijy fotsy	CLUSIACEAE	crête
<i>Ochrocarpos sp.</i>	Kijy	GUTTIFERAE	bas fond, mi-versant
<i>Ocotea laevis</i>	Varongy, Varongy mena	LAURACEAE	bas fond, bas versant, mi-versant, haut versant, crête
<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy mavo, Varongy mainty	LAURACEAE	bas fond, haut versant, crête
<i>Ocotea sp.</i>		LAURACEAE	bas versant, mi-versant
<i>Olea sp.</i>		OLEACEAE	bas versant, crête
<i>Oncostemum elephantipes</i>	Ramitseky, Hazomarefo	MYRSINACEAE	haut versant, crête
<i>Oncostemum grandifolium</i>	Maimboloha	MYRSINACEAE	haut versant
<i>Oncostemum madagascariensis</i>		MYRSINACEAE	bas versant
<i>Oncostemum palmiform</i>		MYRSINACEAE	haut versant
<i>Oncostemum sp.</i>		MYRSINACEAE	bas fond
		ORCHIDACEAE	mi-versant
<i>Pandanus hildebrandtii</i>	Vakona	PANDANACEAE	haut versant
<i>Pandanus pulcher</i>	Vakona	PANDANACEAE	bas fond
<i>Pandanus vandanus</i>	Vakona	PANDANACEAE	bas fond, bas versant, crête
<i>Pandanus sp.</i>		PANDANACEAE	bas versant, mi-versant
<i>Pauridiantha lyalu</i>	Tsiandrova	RUBIACEAE	mi-versant, haut versant
<i>Pauridiantha palidea</i>		RUBIACEAE	bas versant
<i>Phyllanthus sp</i>		EUPHORBIACEAE	crête

<i>Physalis perviana</i>	Voanatsindrana	SOLANACEAE	crête
<i>Physena madagascariensis</i>	Tsipapoaka, Vahihazo	PHYSENACEAE	bas fond, mi-versant
<i>Piper nigrus</i>	Sakay ala	PIPERACEAE	bas fond
<i>Pittosporum sp</i>	Hazombary	PITTOSPORACEAE	haut versant
<i>Plectaneia sp</i>		APOCYNACEAE	crête
<i>Podocarpus madagascariensis</i>	Hetatra	PODOCARPACEAE	crête
<i>Podocarpus sp.</i>		PODOCARPACEAE	haut versant
<i>Polyscias trepinata</i>	Voantsilana	ARALIACEAE	crête
<i>Polyscias sp</i>		ARALIACEAE	mi-versant, haut versant
<i>Potameia sp</i>	Tavaratra	LAURACEAE	crête
<i>Premna sp</i>		VERBENACEAE	crête
<i>Protorhus cericea</i>		ANACARDIACEAE	crête
<i>Protorhus ditimena</i>	Ditimena	ANACARDIACEAE	bas versant, mi-versant, haut versant
<i>Protorhus sp.</i>		ANACARDIACEAE	mi-versant
<i>Psiadia altissima</i>	Dingadingana	ASTERACEAE	bas fond
<i>Psorospermum sp</i>	Harongandahy	CLUSIACEAE	mi-versant, haut versant
<i>Psychotria sp.</i>	Tsikafekafe	RUBIACEAE	bas versant, haut versant, crête
<i>Rapanea sp</i>		MYRSINACEAE	crête
<i>Ravensara acuminata</i>	Ravitsara	LAURACEAE	bas fond, haut versant
<i>Ravensara nervosa</i>		LAURACEAE	bas versant
<i>Ravenala madagascariensis</i>	Ravinala	STRELITZIACEAE	bas versant, haut versant
<i>Rhus tarantana</i>	Tarantana	ANACARDIACEAE	bas versant, mi-versant, haut versant, crête
<i>Rhus thouarsii</i>		ANACARDIACEAE	crête
<i>Rhodolaena bakeriana</i>		SARCOLAENACEE	haut versant
<i>Rochonia sp</i>		ASTERACEAE	crête
<i>Rubelia sp.</i>			bas fond
<i>Rubus moulecanus</i>	Takoaka	ROSACEAE	bas fond
<i>Schefflera vantsilana</i>	Voantsilana	ARALIACEAE	bas versant, mi-versant
<i>Scolopia sp</i>		FLACOURTIACEAE	mi-versant
<i>Saldinia sp.</i>		RUBIACEAE	bas versant, mi-versant, crête
<i>Sellaginella</i>		SELAGINELLACEAE	bas fond
<i>Setaria palidea</i>	Ampikombalala, Tsingolovolo, Vero	POACEAE	bas fond, bas versant, mi-versant, haut versant, crête
		POACEAE	mi-versant
		PTERIDOPHYTES	mi-versant
	Ampody	RUTACEAE	haut versant
<i>Smilax kraussiana</i>		SMILACACEAE	bas versant, haut

			versant, crête
<i>Stephanodaphne sp.</i>		THYMELAEACEAE	
<i>Stereospermum sp.</i>		BIGNONIACEAE	bas versant, mi-versant
<i>Streblus obovata</i>	Ambavy	MORACEAE	mi-versant
<i>Symphonia fasciculata</i>		CLUSIACEAE	haut versant
<i>Suregada sp.</i>	Fanambangidy	EUPHORBIACEAE	crête
<i>Symphonia sp.</i>	Kijimboalavo	CLUSIACEAE	mi-versant, haut versant
<i>Tetradenia sp.</i>		LAMIACEAE	haut versant
<i>Tina sp.</i>	Ramaindafa	SAPINDACEAE	bas versant, mi-versant, haut versant
<i>Tambourissa tricophila</i>	Ambora, Amboralahy	MONIMIACEAE	bas fond, haut versant
<i>Tambourissa sp.</i>	Ambora	MONIMIACEAE	bas versant, mi-versant, haut versant
<i>Trema orientalis</i>	Andrarezina	ULMACEAE	bas fond
		VERBENACEAE	bas versant
<i>Uapaca densifolia</i>	Voapaka	EUPHORBIACEAE	crête
<i>Uapaca thouarsii</i>		EUPHORBIACEAE	haut versant
<i>Vaccinium secundiflorum</i>		VACCINIACEAE	crête
<i>Vepris sp</i>	Ampodisasatra	RUTACEAE	mi-versant
<i>Vepris macrophylla</i>	Ampody	RUTACEAE	mi-versant
<i>Vepris pilosa</i>	Ampody	RUTACEAE	mi-versant, haut versant
<i>Vernonia sp.</i>		ASTERACEAE	bas fond
<i>Vernonia sp.</i>	Ambiaty	ASTERACEAE	bas versant, mi-versant
<i>Vitex sp.</i>		VITACEAE	bas fond
<i>Weinmannia rutembergianum</i>	Lalona	CUNONIACEAE	bas fond, bas versant, mi-versant, haut versant, crête
<i>Weinmannia sp.</i>	Lalona	CUNONIACEAE	crête
<i>Xylopiya emarginata</i>		ANNONACEAE	bas versant
<i>Xylopiya flexuosa</i>	Hazoambo	ANNONACEAE	mi- versant

TYPOLOGIE ET STRUCTURE DES FORMATIONS VEGETALES DE LA FORET D'AMBRE - MADAGASCAR

Stéphan R RAKOTONANDRASANA, Edmond ROGER.

BP.906. Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences. Université
d'Antananarivo.

RESUME

Les différents types de formations végétales de la forêt d'Ambre a fait l'objet d'inventaire. L'échantillonnage stratifié a été choisi. Le coefficient de Sorensen a été utilisé pour regrouper les types de végétation. La nomenclature de chaque type repose sur la physionomie, les espèces caractéristiques de la strate supérieure et la nature du substrat. Sept types groupés dans trois types majeurs de végétation : forêt sèche, forêt semi-caducifoliée et forêt humide ont été distingués. Les structures horizontales et verticales de chaque type sont présentées.

Mots clés : Forêt d'Ambre, Madagascar, Typologie, structure.

1. INTRODUCTION

La forêt d'Ambre, Réserve spéciale n° 5, se trouve à l'extrême Nord de Madagascar dans le Faritany d'Antsiranana. Elle se situe à 47 km au Sud-Ouest de la ville d'Antsiranana. Elle comprend deux "Parcelles" dont la superficie totale est 4781,456 ha (S.I.G M.D.A, 1996) (Carte 1).

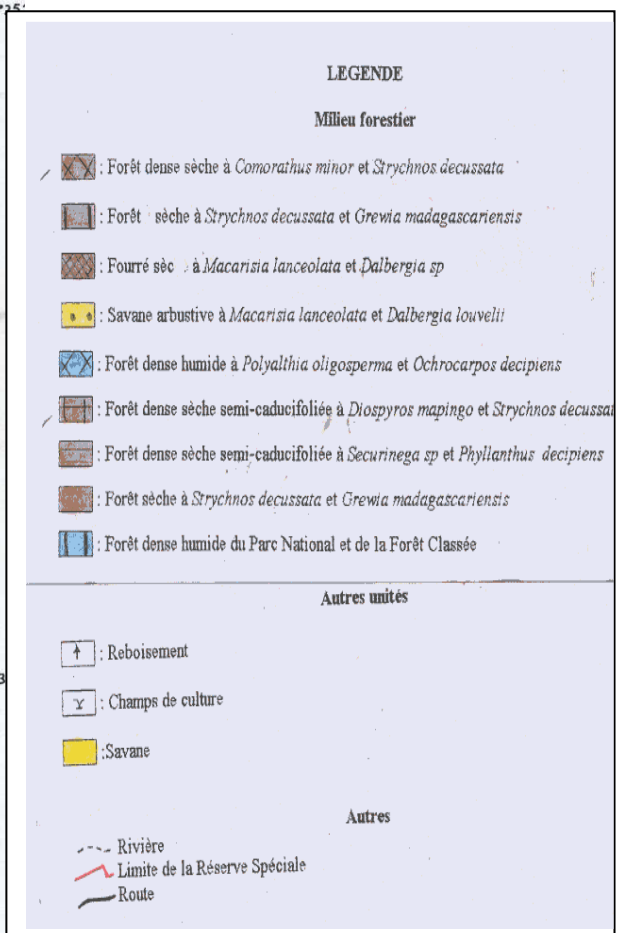
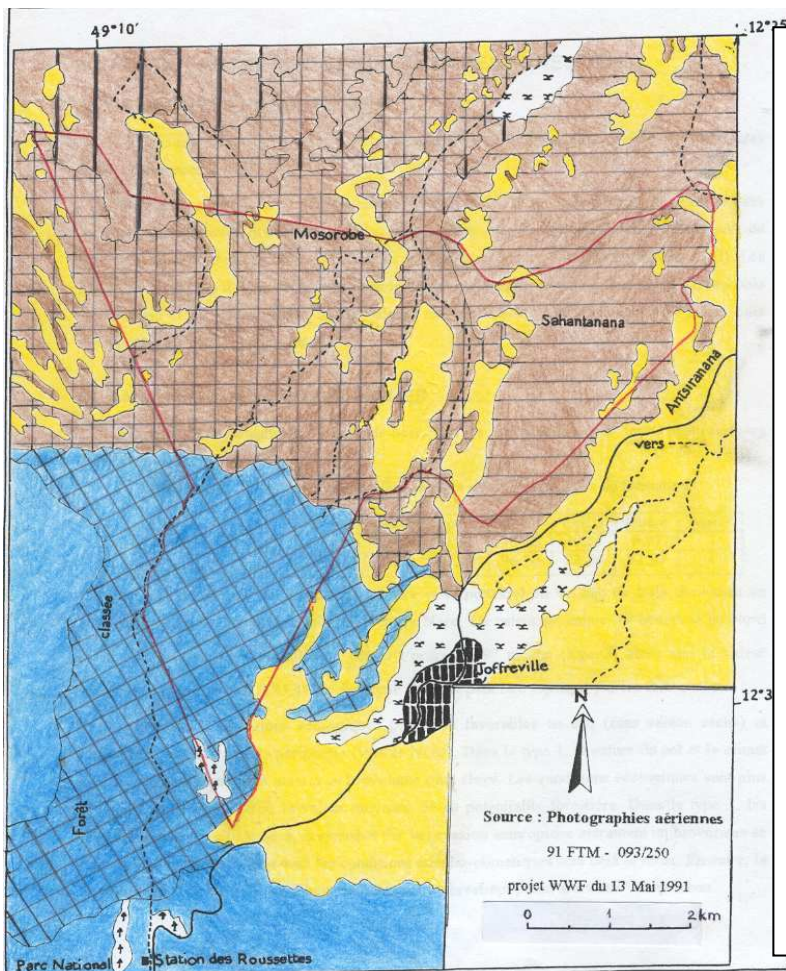
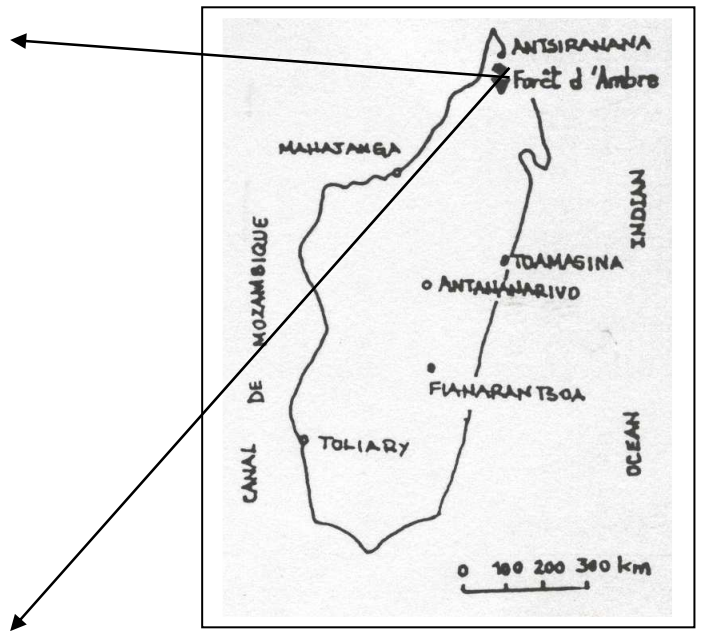
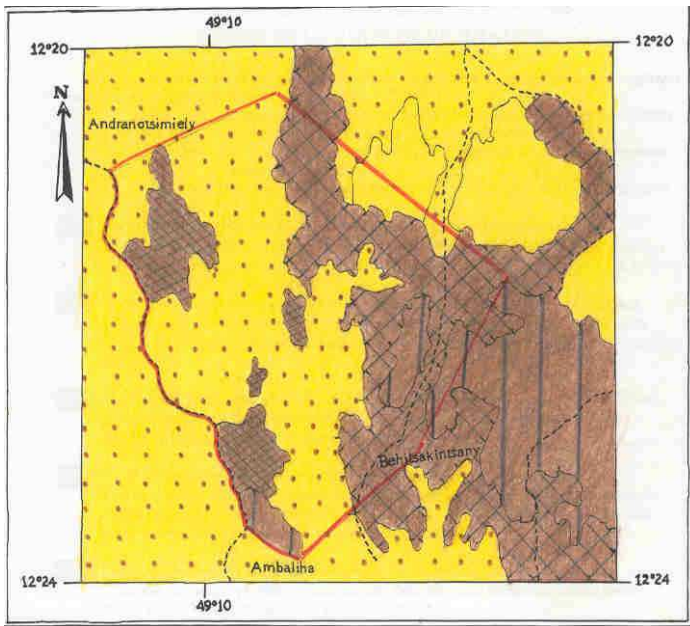
Les sols rouges ferrallitiques (Tercinier., 1952) reposant sur un substratum basaltique d'origine volcanique d'âge néogène ont été soumis à une longue période d'érosion suivie de coulées d'âge quaternaire (Karche, 1972).

L'altitude varie de 100 m à 1000 m. Elle augmente progressivement jusqu'à 300 m puis rapidement de 300 m à 700 m. Le relief change ainsi brusquement (Donque, 1975).

La ville d'Antsiranana appartient au type bioclimatique de la région occidentale confirmé par la durée de la saison sèche tandis que la station des Roussettes est caractérisée par une pluviosité plus marquée rappelant celle de la côte Est démunie de saison sèche. La transition existe entre ces deux stations (Donque, 1975).

Du point de vue phytogéographique, la forêt d'Ambre appartient :

- au domaine du centre, sous domaine du centre Nord, secteur des moyennes altitudes, avec la série à *Tambourissa* et *Weinmannia*.
- au domaine de l'Ouest, sous domaine du Nord, secteur des forêts denses sèches caducifoliées, avec la série à *Dalbergia*, *Commiphora* et *Hildegardia* (Koechlin et al, 1974). La complexité et la diversité des conditions écologiques



Carte 1: Carte des différentes types de formations végétales de la forêt d'ambre.

stationnelles (climatiques, édaphiques et même biotiques) agissent sur la forêt d'Ambre et engendrent divers types de formations végétales.

3. METHODES D'ETUDE

Les sites de relevés ont été choisis en superposant la carte topographique, la carte pédologique, la carte de végétation et la précarte de la végétation issue des photoaériennes. Des relevés écologiques ont été exécutés suivant un transect. Un carré de 10mX10m a été déplacé le long du fil jusqu'à ce que la surface des relevés soit supérieure ou égale à l'aire minimale (Gounot, 1969). Chaque site de relevé a été localisé à l'aide d'un GPS (Global Positioning System).

Dans chaque carré, les paramètres suivants ont été notés pour chaque espèce rencontrée : hauteur maximale, diamètre à hauteur de poitrine, strate d'appartenance, type biologique, recouvrement spécifique et abondance numérique (Godron et al., 1982).

Des spécimens d'herbiers ont été faits pour l'identification botanique des espèces dans les herbaria de TAN et de TEF.

Le coefficient de Sorensen a été utilisé pour dresser la matrice de similitude afin de regrouper les types de végétation. Deux types de végétation ayant un coefficient de similitude supérieur à 50% sont considérés comme un même type.

La nomenclature de chaque type repose sur la physionomie, les espèces caractéristiques (c'est à dire les espèces à la fois fréquentes et abondantes) de la strate supérieure et la nature du substrat.

Des échantillons de sols ont été prélevés et ont fait l'objet d'analyse au laboratoire. Les types de texture ont été déterminés à partir du diagramme triangulaire de Duchaufour (Duchaufour, 1960).

4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Neuf relevés écologiques ont été effectués. La matrice de similitude a montré 7 groupes correspondant ainsi à 7 types de formations végétales.

4.1. Type 1- FORET DENSE HUMIDE à *Polyalthia oligosperma* et *Ochrocarpos decipiens*

4.1.1. Structure verticale: Quatre strates ont pu être distinguées:

- Strate I: 0-1m : Elle est très lâche et constituée de plantules des espèces des strates ligneuses telles que: *Terminalia leandriana*, *Dombeya dambrensis*, *Protorhus ditemena* ..., et des espèces herbacées telles que *Ctenitis sp.*, *Justicia sp.*, *Phaius sp.*,...
- Strate II: 1-4m : strate arbustive dense formée par les jeunes plants de la strate ligneuse tels que *Allophylus cobbe*, *Neotina isoneura*, *Protorhus ditimema*, *Carissa edulis*, ..., et des microphanerophytes tels que *Colea*

tetragona, *Cabucala sp.*, *Tabernaemontana sp.*, *Saldinia sp.*, *Memecylon longipetalum*, *Thecacoris sp.*, *Croton sp.*, ...

- Strate III: 4-8m : strate arborée fermée et dominée par de microphanerophytes et de jeunes arbres prêts à remplacer la strate suivante en cas de mort.
- Strate IV: 8-12m : strate arborescente supérieure, continue. 18,91% des espèces arrivent à ce stade mais elles dominent la formation. Cette strate est riche en épiphytes surtout les Orchidaceae et les Fougères. Les émergents dominent la voûte forestière. Ce sont *Gyrostipula foveolata*, *Canarium madagascariense*, *Polyalthia oligosperma*, *Dalbergia trichocarpa*.

Les grands arbres sont généralement munis de contreforts bien développés : *Canarium madagascariense*, *Polyalthia oligosperma*, *Sideroxylon saxorum*, *Gambeya madagascariensis*.

4.1.2. Structure horizontale

Parmi les espèces, celles qui sont à la fois fréquentes et abondantes sont : *Ochrocarpos decipiens* (87,5% - 19,62%) et *Polyalthia oligosperma* (81,25% - 11,68%) au niveau de la strate supérieure, *Thecacoris sp.*, (93,75% - 4,14%) au niveau de la strate arbustive et *Justicia sp.*, (93,75% - 4,39%) au niveau de la strate herbacée.

La densité spécifique est égale à 0,062 espèce/m², alors que la densité de peuplement correspondant à 1,12 individu/m².

Il s'agit d'une végétation dense humide sur sol limoneux brun rougeâtre légèrement acide. La couleur brune des horizons supérieurs montre sa richesse en matière organique favorisant la capacité de rétention en eau et en ions du sol. Il en résulte une végétation recouvrante plus dense, plus fournie et à haute futaie. Cette formation se trouve éloignée des pressions anthropiques et les conditions écologiques sont favorables au développement des plantes ligneuses. Ce qui contribue à sa richesse spécifique élevée et à l'installation de grands arbres répartis de façon régulière. L'absence de la saison sèche a permis d'expliquer l'abondance des épiphytes.

4.2.Type 2: FORÊT DENSE SÈCHE SEMI-CADUCIFOLIÉE à *Diospyros mapingo* et *Strychnos decussata*

4.2.1.Structure verticale

La forêt présente quatre strates :

- Strate I: 0-1m : strate inférieure discontinue, formée par les plantules des espèces des strates supérieures telles que: *Diporidium ciliatum*, *Dalbergia chlorocarpa*, *Diospyros mapingo*,..., et des Nanophanerophytes.

- Strate II: 1-4m : Strate arbustive plus ou moins dense. Elle est constituée par des arbustes comme *Malleastrum sp.*, *Deinbollia pervillei*, *Sorindeia madagascariensis ...*, et des jeunes plants de *Diospyros mapingo*, *Xylia hoffmanni*, *Macphersonia gracilis ...*
- Strate III: 4-8m : strate arborée comprenant les Microphanerophytes tels que *Casearia sp*, *Gaertnera sp*, *Fernelia ciliolata*, *Dracaena reflexa ...* et les futurs arbres de la strate arborescente comme *Diospyros magnifolia*, *Commiphora stellulata. ...*
- Strate IV: 8-12m : Strate arborescente continue. 40,42% des espèces arrivent à ce stade. On peut citer *Ludia dracaenoides*, *Dalbergia chlorocarpa*, *Adansonia sp.*, *Diospyros mapingo...*

Hildegardia erythrosiphon émerge de la voûte forestière.

4.2.2. Structure horizontale

Cette formation est caractérisée par la fréquence et l'abondance de deux espèces arborescentes *Diospyros mapingo* (84,61-9%) et *Strychnos decussata* (46,5-7,10%) dans la strate supérieure. Dans la strate arbustive, *Erythroxylon sp.* (51,53% - 3,85%) est la plus fréquente et abondante.

La densité spécifique est de 0,072 espèce/m², et la densité de peuplement correspond à 2,14 individus /m².

Cette formation végétale est soumise à des prélèvements illicites de *Dalbergia sp.*. Cet écrémage endommage les arbres de petite taille. Le substrat limono-argileux rougeâtre est généralement associé à des blocs de roches basaltiques couvrant environ 10 à 25% de la surface. Le sol est acide et l'acidité diminue en profondeur. La végétation est encore dense et assez fournie. La saison sèche peut y atteindre 7 mois. L'effet conjugué des conditions climatiques et édaphiques contribue à l'apparition des caractères biologiques spécialisés comme la pachycaulie, la caducifolie, la spinescence, la reviviscence. La caducité des feuilles n'est pas totale car les conditions écologiques sont moins sévères. *Hildegardia erythrosiphon* est le seul arbre présentant des contreforts bien développés.

4.3. Type 3: FORÊT DENSE SÈCHE SEMI-CADUCIFOLIÉE à *Securinega sp.* et *Phyllanthus erythroxyloides*

4.3.1. Stratification

La structure verticale montre 4 strates :

- Strate I : 0-1 m : strate inférieure lâche formée par des plantules de *Commiphora stellulata*, *Securinega sp.*, *Breonia inermis*, ... et de Nanophanérophites tels que *Canthium sp...*

- Strate II : 1-4 m : strate arbustive dense constituée de Microphanérophytes comme *Acalypha sp.*, *Malleastrum sp.*, *Uncarina leandri*, ... et des jeunes plantes des strates suivantes telles que *Commiphora grandifolia*, *Mostuea brunonis*, *Stereospermum euphorioides*, *Xylia hoffmanni* ...
- Strate III : 4-8 m : strate arborée constituée par de Microphanérophytes tels que *Coffea buxifolia*, *Diospyros microrhombus*, ... et les futurs arbres de la strate suivante tels que *Crataeva exelsa*, *Diospyros haplostilis*, *Diporidium ciliatum*, ...
- Strate IV : 3-12 m : la strate arborescente est quelquefois ouverte par suite d'écroulement. 28,8% des espèces forment cette strate. On peut citer : *Dalbergia chlorocarpa*, *Macphersonia gracilis*, *Terminalia calcicola*, *Mystroxylon aethiopicum*, *Phyllanthus erythroxyloides*, *Securinega sp.*...

Les émergents de plus de quatorze mètres sont *Xylia hoffmanni*, *Hildegardia erythrosiphon* et *Dalbergia chlorocarpa*.

4.3.2. Structure horizontale

Cette formation végétale est caractérisée par la fréquence et l'abondance de *Phyllanthus erythroxyloides* (70% - 15,62%) et de *Securinega sp.* (100% - 10,94%) dans la strate supérieure,

Malleastrum sp. (90% - 6,60%), *Physena madagascariensis* (50% - 5,40%) et *Alchornea alnifolia* (80% - 4,03%) caractérisent la strate arbustive.

Cette végétation est caractérisée par une densité de peuplement assez peu élevée 0,081 espèce/m² et 2,58 individus/m² due à l'ouverture de la voûte forestière suite à l'écroulement. Les Epiphytes sont presque absents et les caractères biologiques d'adaptation à la sécheresse s'observent car les ascendances orogéniques de la mousson estivale ne sont pas suffisantes pour apporter d'humidité. Ces caractères biologiques sont la spinescence, la pachycaulie, la sclérophylle et la caducifolie. Mais les conditions édapho-climatiques ne sont pas encore accusées, la forêt reste semi-caducifoliée.

4.4. TYPE 4 - FORÊT DENSE SÈCHE à *Strychnos decussata* et *Comoranthus minor*

4.4.1. Structure verticale

Cette formation végétale peu dégradée est pluristratifiée.

- Strate I : 0-1 m : strate inférieure, très discontinue. On y rencontre des plantules appartenant aux espèces suivantes : *Strychnos decussata*, *Noronhia sp.*, *Alchornea alnifolia*, *Plagioscyphus jumellei*, ... et des Nanophanérophytes tels que *Aloe sp.*, *Physena sessiliflora*, ...

- Strate II : 1-4 m : Strate arbustive plus ou moins dense. Ce sont des jeunes plantes des strates suivantes comme *Strychnos decussata*, *Terminalia calcicola*, *Dalbergia chlorocarpa*, ... et des Microphanérophytes : *Uncarina leandri*, *Octolepis dioica*, *Commiphora grandifolia*, *Alchornea alnifolia*, ...
- Strate III : 4-8 m : strate arborée tendant à dominer. 63,19% des espèces forment cette strate. Elle est constituée par *Diospyros gracilipes*, *Malleastrum sp.*, *Enterospermum prunosum*, *Mystroxyton aethiopicum*, *Pachypodium rutenbergianum*, *Macphersonia gracilis*,...
- Strate IV : 8-12 m : Strate des grands arbres. La voûte forestière continue est quelquefois ouverte due aux écrémages. Parmi ses constituants, on peut citer *Delonix regia*, *Stereospermum euphorioides*, *Vitex waterlotii*, *Givotia madagascariensis*, *Comoranthus minor* ...

4. 4.2- Structure horizontale

Parmi les espèces les plus fréquentes et abondantes, on peut citer *Strychnos decussata* (58% - 30,31%) et *Comoranthus minor* (58% - 11,70%) au niveau de la strate arborescente et *Noronhia sp.* (58% - 7,10%) au niveau de la strate arbustive.

Dans cette formation végétale la densité spécifique est égale à 0,045 espèce/m² et la densité de peuplement 1,74 individu par m².

C'est la seule formation forestière occupant une surface importante, surface dans la parcelle n°1. Elle se trouve sur sol limono-argileux brun rougeâtre généralement acide. La végétation recouvrante est assez dense avec une hauteur moyenne de 10m. La voûte forestière est quelquefois discontinue à cause de l'écrémage. Les conditions climatiques y sont sévères. La saison sèche peut durer 9 mois. Il en résulte l'apparition de tous les caractères biologiques d'adaptation à la sécheresse tels que la chute de feuilles pendant la saison sèche, la spinescence, la crassulescence et la pachycaulie.

4.5.TYPE 5 - FORÊT SÈCHE DÉGRADÉE à *Grewia madagascariensis* et *Strychnos decussata*

4.5.1 Stratification

Cette forêt ne présente pas de stratification nette. On distingue néanmoins quatre strates :

- Strate I : 0-4 m : strate arbustive inférieure, lâche, constituée principalement par *Aloe sp.*, *Physena madagascariensis*, *Croton sp.*,...
- Strate II : 4-8 m : strate arbustive moyenne, dense. On y rencontre : *Alchornea alnifolia*, *Antidesma petiolare*, *Hazunta modesta*, *Cordia sp.*...

- Strate III : 8-12 m : strate arborée, continue, 20% des espèces arrivent à ce stade. Ce sont : *Allophylus cobbe*, *Breonia inermis*, *Adansonia sp.*,...

- Strate IV : >12m : très discontinue. Elle est seulement constituée par 8% de l'ensemble des espèces. On y trouve : *Strychnos decussata*, *Commiphora lasiodisca*, *Kigelianthe macrantha*, *Breonia inermis*.

4.5.2. Structure horizontale

Les espèces les plus fréquentes et les plus abondantes dans cette formation végétale sont : *Strychnos decussata* (92%-16,82%) et *Grewia madagascariensis* (45%-19,62%) au niveau de la strate supérieure, *Ixora sp.* (100% - 7,11%) et *Physena madagascariensis* (100% - 6,62%) au niveau de la strate arbustive. La densité spécifique correspond à 0,045 espèce/m² et celui du peuplement à 0,92 individu/m².

Cette formation végétale s'installe sur un substrat rocheux. Elle est moins dense. Ce substrat constitue un système "d'autoprotection" contre le feu. L'écrémage affecte aussi bien la flore que la densité. La voûte forestière est discontinue et la stratification est moins nette.

Les conditions édapho-climatiques favorisent l'apparition de tous les caractères biologiques d'adaptation à la sécheresse comme la caducité des feuillages, la pachycaulie, la sclérophylle, la spinescence, la crassulescence.

4. 6.TYPE 6 - FOURRE SEC à *Dalbergia sp.* et *Macarisia lanceolata*

6.1.Physionomie

C'est une végétation arbustive, fermée, décidue et peu pénétrable. Les strates sont confuses et peu distinctes. La hauteur moyenne des espèces est de 4m environ.

Deux espèces émergent de façon irrégulière. Ce sont *Macarisia lanceolata* et *Dalbergia sp.*

4.6.2. Structure horizontale

Dans cette formation végétale, les espèces à la fois fréquentes et abondantes sont *Dalbergia sp.* (100% - 9,09%), *Macarisia lanceolata* (88% - 13,63%), *Xylopi buxifolia* (88% - 9,69%), *Dalbergia louvelii* (100% - 8,26%), *Stadmannia acuminata* (100% - 8,88%) et *Sapium melanosticum* (100% - 8,68%).

La densité spécifique correspond à 0,05 espèce/m², alors que celle du peuplement est égale à 2,2 individus/m².

La diminution du couvert végétal appauvrit le sol en matières organiques et rend compact les horizons. La végétation qui va couvrir le sol est alors formée par des arbustes ne dépassant pas 5m de hauteur. Elle est

très fermée empêchant ainsi la lumière d'arriver dans le sous bois. Les conditions écologiques y sont sévères contribuant à l'apparition des caractères biologiques suivants : la spinescence, la pachycaulie, la caducité des feuillages pendant la saison défavorable.

C'est une formation très dégradée, pauvre en espèces.

4.7. TYPE 7 – FORMATION ARBUSTIVE à *Dalbergia louvelii* et *Macarisia lanceolata*

4.7.1.Stratification

Elle ne présente pas de strate très nette, mais on peut distinguer :

- la strate herbacée, discontinue et constituée essentiellement par *Aristida multicaulis* et *Hyparrhenia rufa*,
- la strate arbustive inférieure pouvant atteindre 4m de haut, on y rencontre *Canthium medium*, *Strychnos spinosa*, *Cassia sp.*
- la strate arbustive supérieure ne dépasse pas généralement 8m de hauteur. Elle est ouverte et son degré de recouvrement ne dépasse pas 70%. On y rencontre *Capitanopsis sp*, *Ellipanthus madagascariensis*, *Dalbergia louvelii*, *Olax dissitiflora*, *Poupartia caffra*,..

7.2 . Structure horizontale

Dalbergia louvelii (60% - 8,37%) et *Macarisia lanceolata* (60% - 7,9%) caractérisent cette végétation. La densité spécifique et la densité de peuplement correspondent respectivement à 0,045 espèce/m² et 0,40 individu/m².

L'action des feux dans cette formation végétale facilite l'érosion. On peut déjà y rencontrer la formation des lavaka. Les horizons deviennent plus pauvres en matière organique, le sol est compact et imperméable à l'eau rendant ainsi difficile l'installation d'une végétation floristiquement pauvre. Celle-ci est formée par des arbustes de petite taille. La présence de la strate herbacée facilite le passage du feu.

5. CONCLUSION

Les facteurs écologiques les plus déterminants sont le climat qui est conditionné par le facteur orographique, le sol et enfin les pressions anthropiques. Ces facteurs interviennent dans la biologie, la répartition des espèces et la physionomie de la végétation.

La végétation du type 1 est caractérisée par un sol riche en matières organiques favorisant la capacité de rétention en eau et en éléments nutritifs.

Le microclimat y est encore favorable. La végétation recouvrante est dense, sempervirente et riche floristiquement.

Au niveau des types 2 et 3, les ascendances orogéniques de la mousson estivale ne sont plus suffisantes pour apporter d'humidité. Ces conditions climatiques qui sont déjà plus ou moins sévères sont accentuées par les caractères édaphiques. Il en résulte une végétation encore dense, riche floristiquement qui présente des caractères biologiques d'adaptation à la sécheresse plus ou moins accentuées (la caducifolie, la sclérophylle, la microphyllie, la pachycaulie et la spinescence). L'aspect commun à ces deux formations végétales est la semi- caducifolie. Le type 3 est la plus dense des formations végétales rencontrées dans la forêt d'Ambre suite au développement des espèces de remplacement dû à l'écrémage.

Dans les stations occupées par les types 4,5,6 et 7, aux conditions climatiques sévères, s'ajoutent les pressions anthropiques telles que l'écrémage et les feux. Ces stations sont caractérisées par une faible densité et une pauvreté spécifique. Il en résulte une série de dégradation de la structure allant de la forêt dense sèche , au fourré sec et / ou à la formation arbustive.

Ainsi, en allant du Nord au Sud, un gradient écologique du moins sévère au favorable est observé ; et parallèlement à cette situation, les caractères biologiques d'adaptation à la sécheresse diminue : c'est à dire, on a une formation végétale sèche décidue puis semi- décidue et enfin une forêt dense humide sempervirente.

Face à cette situation écologique, certaines espèces disparaissent comme *Strychnos decussata*, *Delonix regia*, *Hildegardia eythrosiphon*, *Commiphora stellulata*, ... alors que d'autres réapparaissent telles que *Dombeya lucida*, *Gyrostipula foveolata*, *Tambourissa thouvenotii*, ...

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme, 1996.** Système d'Information Géographique montage d'Ambre (SIGMDA)
- Donque, G., 1975.** Contribution géographique à l'étude du climat de Madagascar. Nouvelle Imprimerie des Arts Graphiques. 468 p.
- Duchaufour, P., 1960.** Précis de Pédologie. Masson et Cie Paris.438 p.
- Emberger, L., Godron, M., Long, G., Sauvage, C., Lefloch, E., Poissonnet, J., Wacquant, J.P., 1983.** Relevé méthodique de la végétation et du milieu. Code et transcription sur cartes perforées. Edition CNRS. 292 p.

Gounot, 1969. Méthode d'étude quantitative de la - végétation. Masson Paris. 341 p.

Karche, J.P, 1972. Contribution à l'étude géologique de la Montagne d'Ambre et des régions voisines du Nord de Madagascar. Thèse de Doctorat ès Sciences. Université Besançon, TI, TII. 683 p.

Koechlin, J., Guillaumet J.L. et Morat, P., 1974. Flore et végétation de Madagascar. Germany - Cramer. 622 p.

Tercinier, G., 1976. Prospection pédologique de la région de Diego Suarez Ambahivahibe. Mémoire de l'Institut Scientifique de Madagascar. Tome IV. pp 37-54.

IV-
PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

ANALYSE CHIMIQUE ET MULTIPLICATION IN VITRO DE *Cinnamomum camphora* (L.) Nees. & Eberm ou Ravintsara

V. RAMAMONJIARISOA¹, D. RANDRIAMAMPIONONA¹, B. RALIJERISON, C.
RABEMANANTSOA¹, C. KIBAN¹, E. RALAMBOFETRA², D. RAVELOMANANA², .I
RATSIMIALA RAMONTA², M. JAZIRI³, S. RATSIMAMANGA¹.

1 Institut malgache de recherche appliqué, 2 Université d'Antananarivo, 3 Université libre de
Bruxelle

B.P.906, Faculté des Sciences

RESUME

Le *Cinnamomum camphora* (Lauraceae), ou Ravintsara est une plante très utilisée en aromathérapie. Pour des raisons d'identification chimique, la chromatographie en phase gazeuse de l'essence de *Cinnamomum camphora* est une étape capitale avant d'entamer la partie essentielle de notre étude (La culture *in vitro* de *Cinnamomum camphora*).

Les graines constituent le matériel de départ le plus approprié pour la mise en culture *in vitro* de *Cinnamomum camphora*. Elles sont semées sur deux milieux de bases MS/2 et MS/2 modifié. Après cinq jours, les graines commencent à germer et au bout d'une semaine, on obtient des plantules dont la longueur varie de un à trois centimètres. Des explants prélevés à partir des plantes cultivées dans les conditions naturelles ont été pris comme source de matériel végétal pour le stade de multiplication. Pour ce stade, trois types de cytokinines : les BAP, le Kin, le 2iP et un autre régulateur de croissance qui a le même effet que la cytokinine : le TDZ ont été testés. Les BAP, 2iP et TDZ ont donné les meilleurs résultats. Des cals ont été obtenues sur un milieu MS/2 additionné de 2,4-D (1 mg/l) dans une perspective d'induction de bourgeons adventifs.

Mots clés : Aromathérapie, Analyse chimique, *Cinnamomum camphora*, Culture *in vitro*, germination, Ravintsara

1. INTRODUCTION

Le *Cinnamomum camphora* appelé aussi " camphrier " ou Ravintsara des régions d'Asie, notamment de Chine, du Japon et de Taiwan (Dehgam, 1998 ; Wagner et coll., 1999). Cette espèce présente une très grande adaptabilité écologique et cette grande plasticité a permis son introduction dans plusieurs pays y compris Madagascar. Mais la date d'introduction de cette espèce à Madagascar n'est pas connue.

Le nom *Cinnamomum camphora*, est dérivé du mot grec Kinnimomum qui veut dire cannelle (Wagner et coll., 1999).

Au Japon et Taiwan, le *Cinnamomum camphora* est connu sous le nom HON – SHO qui veut dire huile. Dans la région chaude du monde *Cinnamomum camphora* était cultivé pour l'ornementation (Bailey et Bailey, 1976). Mais cet arbre, dès le septième siècle, a fait l'objet d'une étude pour l'isolement du camphre (Valisoalalao, 1987).

Le *Cinnamomum camphora* malgache est caractérisé par l'absence du camphre d'où son appellation " faux camphrier ", mais avec l'écorce de tige ou la racine, l'huile essentielle obtenue pourrait contenir du camphre (Andriamihaja, 1986). A Madagascar, l'huile essentielle de *Cinnamomum camphora* est utilisée pour les autres principes actifs comme monoterpènes, sesquiterpènes, monoterpénols, esters terpénols, oxydes terpénols qui ont les propriétés suivantes : stimulante, anti-infectieuse, anti-viral, anti-bactérienne, expectorante et neurotonique (Rasoanaivo, 1987). Et cette absence de camphre dans le *Cinnamomum camphora* malgache permettant son utilisation dans la préparation médicamenteuse infantile.

Actuellement, le *Cinnamomum camphora* occupe dans le monde de plus en plus une place importante grâce aux vertus de ses huiles essentielles. Il en est de même à Madagascar, la filière huile essentielle figure parmi celle qui a le plus de perspective dans notre commerce extérieur (Rasoarahona, 1996).

Le *Cinnamomum camphora* présente indéniablement de nombreux atouts, tant du point de vue économique, médical, cosmétique et aussi ornemental. Il présente alors un intérêt particulier, ce qui justifie la raison de l'étude de l'espèce.

Description du matériel

Règne : Végétale

Embranchement : Spermaphyte

Sous embranchement : Angiosperme

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Magnoliidae

Ordre : Laurales

Famille : Lauraceae

Genre : *Cinnamomum camphora* (L.) Nees & Eberm

Synonymes : *Laurus camphora*, *Camphora officinarum*

Nom malgache : Ravintsara

2. METHODES D'ETUDE

2.1. Analyse chimique

Chromatographie en phase gazeuse

Dans certains ouvrages, on a tendance à confondre le *Cinnamomum camphora* ou *Ravintsara* avec le *Ravensara aromatica*. Mais l'huile essentielle de *Cinnamomum camphora* a ses composés qui lui sont propres. Pour avoir de plus amples connaissances sur la plante avec laquelle nous avons travaillé et surtout pour éviter la confusion entre les deux genres, nous avons vérifié la qualité des huiles essentielles obtenues après distillation des feuilles de notre source d'explants pour la culture *in vitro*.

Pour la vérification du taux des constituants majeurs des huiles essentielles, nous avons choisi la chromatographie en phase gazeuse (CG).

L'analyse par chromatographie en phase gazeuse est une technique de séparation chromatographique reposant sur la distribution différentielle des espèces entre deux phases non miscibles, une phase stationnaire contenue dans une colonne et un gaz vecteur, comme phase mobile, qui traverse cette phase stationnaire. Elle est applicable au substance ou dérivé de substance, qui se volatilise dans des conditions de températures utilisées. La chromatographie en phase gazeuse est fondée sur le mécanisme d'adsorption, de distribution de masse ou d'exclusion.

2.2. Multiplication *in vitro*

a. Germination

Pour le démarrage d'une culture *in vitro*, la désinfection des explants peut être un obstacle majeur. L'initiation de cette culture à partir des semences qui sont généralement plus facile à désinfecter du fait de la résistance de leur tégument est la méthode la plus efficace. L'hypochlorite de calcium est choisie pour le désinfectant car ce produit est efficace avec la graine de *Taxus baccata* (ZHIRI et coll., 1994).

b. Stérilisation des explants (microbouture)

Complémentaire de la germination *in vitro* de *Cinnamomum camphora*, nous avons aussi des prélèvements d'explants (micro-bouture) sur des plantes élevés dans des conditions naturelles.

Un taux de plantule aseptique élevé est en rapport avec l'efficacité des désinfectants chimiques. Pour les désinfectants des micro-boutures, nous avons utilisé successivement l'hypochlorite de calcium et l'hypochlorite de sodium en association avec le Tween 80. Le Tween est un agent mouillant qui peut favoriser l'action de l'hypochlorite de sodium. Cette désinfection de surface est précédée par un trempage des explants dans l'alcool à 70°C afin de solubiliser la cire recouvrant parfois l'épiderme des végétaux.

c. Stade de multiplication

Deux méthodes de multiplication *in vitro* sont étudiées : la multiplication par bourgeon axillaire et la multiplication bourgeonnement adventif.

La multiplication par bourgeonnement axillaire se base sur l'induction et l'accélération du débourrement axillaire normale des explants. Ce débourrement est obtenu par la culture des nœuds (c'est-à-dire des bourgeons axillaires) sur un milieu contenant une hormone végétale : cytokinine. Si l'explant initial est déposé sur un milieu plus riche en cytokinine, le bourgeon débourent donne une tige feuillée qui se ramifie elle-même et donne des rameaux secondaires et parfois de troisième ou de quatrième ordre.

La multiplication par bourgeon adventif ; c'est la stimulation de l'apparition de bourgeons adventifs en des endroits inhabituels. L'induction de bourgeon peut être initié sur la feuille.

Les cellules de l'explant initial se divisent rapidement et forment de manière désorganisée, un cal primaire rattaché à l'explant de départ. Le cal primaire peut être subcultivé sur un milieu solide d'accroissement de cal. Le cal forme des bourgeons sur milieu d'induction approprié.

d. Stade d'élongation et d'enracinement

Le stade d'élongation est la croissance des tiges en longueur. Dans de nombreux cas, une forte concentration en cytokinine inhibe l'élongation des tiges. Les plantules seront donc répiqués sur un milieu sans cytokinine (ou à une dose très faible) ou sur un milieu avec acide gibbérelique.

Après, les plantules peuvent être transférées sur un milieu neutre ou enrichi en auxine, qui permet leur enracinement. Les racines formées ont une origine adventive.

2.3. Protocole expérimentale

a. analyse chimique

Cent quatre vingt dix huit grammes (198g) de feuilles fraîches de *Cinnamomum camphora* prélevé dans le jardin botanique de l'IMRA sont distillées par entraînement à la vapeur indirecte dans un appareil type Clevenger, durant 2 heures. L'huile essentielle récupérée est ensuite séchée au sulfate de sodium. Le volume final obtenu est de 1,8ml ; soit environ un rendement de 8‰.

L'huile essentielle obtenue est ensuite vérifiée par la méthode de la chromatographie en phase gazeuse (CG). Cette méthode offre de meilleurs résultats sur l'analyse des huiles essentielles.

b. multiplication in vitro

Germination

Pour la levée de la dormance des graines et pour avoir une germination rapide, trois méthodes sont essayées :

- Le trempage à l'eau courante pendant 3, 7, 15 et 30 jours
- La scarification des graines à l'acide sulfurique concentré pendant 10 minutes
- L'isolement partiel de l'embryon.

Après chaque méthode de prétraitement, 10 graines par boîte de Pétri (9 cm) sont inoculées. L'expérience est répétée au moins trois fois. Les boîtes de Pétri inoculées sont incubées à 25°C à l'obscurité jusqu'à leur germination. Pour chaque méthode, deux milieux de culture différents ont été testés : MS/2 (Murashige et Skoog, 1968) comme témoin et MS/2 modifié (MS/2+) (ZHIRI et coll, 1994).

Multiplication par bourgeonnement axillaire

Pour l'établissement de la culture aseptique, c'est-à-dire l'élimination des micro-organismes qui vivent en parasite, une stérilisation de surface est nécessaire. Nous avons utilisé deux types de stérilisant :

- L'hypochlorite de sodium ou eau du Javel commerciale
- L'hypochlorite de calcium.

Concernant les milieux de cultures, deux types de milieux de culture sont testés : le milieu MS/2 et le milieu B₅ du Gamborg. Le meilleur milieu pour le débourement d'axillaire est combiné avec les différents types de cytokinine : le kinetine, le benzylaminopurine (BAP), le 2-isopentanyladenine (2iP) et le Thidiazuron (TDZ). Chaque type de cytokinine est incorporé dans le milieu à une concentration de 1 mg/l.

Multiplication par bourgeonnement adventif

Pour l'induction de cals, nous avons utilisé des jeunes feuilles obtenues *in vitro* sur la nouvelle tigelle de micro-bouture. Elles sont isolées, découpées puis étalées sur un milieu MS/2 additionné de dichlorophénoxyacétique (2, 4D) 1 mg/l.

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

1. Analyse chimique

a. Chromatogramme

Après l'injection d'esters méthyliques d'acide gras : C₅ à C₂₅, puis injection des huiles essentielles à analyser, on obtient des profils ou

chromatogrammes comportant des pics plus ou moins étendus selon la concentration des constituants.

Il est à noter que chaque pic correspond à un composant bien déterminé de l'huile essentielle.

L'identification de ces pics est effectuée par l'intermédiaire du calcul de leurs indices esters et par la comparaison des valeurs obtenues avec celles de produits de référence (valeur limite du laboratoire) (tableau 1).

b. Comparaison des résultats avec les teneurs relatives limites trouvés au laboratoire

Tableau 1 : Composition chimique de *Cinnamomum camphora*

Composé	Lot analysé (%)	Valeurs limites (%)
α - pinène	4,9	1,9 – 10
β – pinène	3,1	1,6 – 5
Sabinène	13,5	8,5 – 15,5
Limonène	0,6	0,2 – 3
1,8 – cinéol	57,3	50 – 72,6
Terpinène – 4 – ol – 1	1,8	1 – 4
α – humulène	1,0	0,1 -3
α – terpinéol	9,8	3,5 – 11

Valeur limite du laboratoire : valeur donnée à titre indicatif.

Pour l'échantillon de notre huile analysée, le 1,8 – cinéol (oxyde terpénique) qui est présent 57,3% constitue le composé majoritaire. Les sabinènes (monoterpène) sont présents à 13,5%, 9,8% et 4,9% respectivement.

3.2. Multiplication in vitro

a. Germination

Pour les deux premiers prétraitements des grains (trempage à l'eau courante pendant 3, 7, 15 et 30 jours et scarification des graines à l'acide sulfurique concentré pendant 10 minutes) nous avons obtenu un taux de germination de 0%. Avec le dernier prétraitement (isolement partiel de l'embryon), sur le milieu MS/2, le taux de germination est de 20% et sur le milieu modifié, ce taux est de 40%.

D'après nos résultats, la germination des graines de *Cinnamomum camphora* dépend de la destruction du tégument de la graine et ils se pourraient que la forte présence en azote de la caséine hydrolysée et de protéine de levure de Bière (milieu MS/2 modifié) active cette germination.

b. Multiplication par bourgeonnement axillaire

- Stérilisation des explants

Avec l'hypochlorite de calcium 5% pendant 15 minutes, même si le taux de contamination est encore élevé de 48%, la destruction des micro-organismes est meilleure qu'avec l'hypochlorite de sodium.

Après les stérilisations, les plantes non-infectées sont prises comme 100% et c'est à partir de ce comptage qu'on a fait le dénombrement pour la suite des essais.

- Microbouturage

Avec les deux différents milieux, il n'y avait pas de différences significatives concernant le débourrement des bourgeons : 89% sur le milieu MS/2 et 86% sur le milieu B₅. Pour la suite des essais, on a adopté le MS/2.

Sur le milieu MS/2 additionné des différents cytokinine, on a remarqué que sur le milieu avec 2iP et BAP 1mg/l le débourrement des bourgeons est excellent.

c. Multiplication par bourgeonnement adventif

Après six semaines de mis en culture, nous avons obtenu des cals sur le milieu contenant 1mg/l de 2,4D. Quelque soient les conditions de culture (à la lumière ou à l'obscurité), il n'y a pas de différence significative de cals : ils ont la même couleur et la même forme après 9 semaines de mise en culture.

4. CONCLUSION

- L'analyse par chromatographie en phase gazeuse (CPG) est une méthode fiable, disponible et qui a contribué à l'identification chimique de la plante source de matériel végétal avec lequel nous avons travaillé pour la multiplication *in vitro*.

- L'étude comparative effectuée sur la stérilisation des explants a montré que l'hypochlorite de calcium 5% est efficace par rapport à l'hypochlorite de sodium.

- Le plus grand problème de germination *in vivo* ou *in vitro*, c'est l'épaisseur du tégument de la graine. L'isolement partiel des embryons et la culture sur le milieu MS/2 modifié sont plus efficaces pour la germination *in vitro* de notre matériel végétal.

- Les milieux B₅ et MS/2 sont tous favorables au micro-bouturage *in vitro* de *Cinnamomum camphora*.

- Parmi les phytohormones, le 2iP et le BAP sont les plus efficaces pour la multiplication de bourgeons axillaires de *Cinnamomum camphora*.

- Le milieu avec 2,4D favorise la formation de cals.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andriamihaja, S., (1986)** - Essais d'inventaire des plantes medicino dentaires Malgaches. Tomes 1. 319 p.
- Bailey, et Bailey. (1976).**- Hortus. 3^{ème} ED. Référence Générale de Macmilan, NY.
- Dehgan, B.(1998)** -. Usines de paysage pour des climats subtropicaux.
- Rasoanaivo, P., de la Gorce, P., (1998)** - Essential oils of economic value in Madagascar, present state of knowledge. Herbalgram 43: pp31-39, pp58-59.
- Rasoarahona, J., (1996)** - Les cahiers du CITE. Spécial plantes aromatiques et médicinales. Nouvelles série N°4. Deuxième trimestre, 43p.
- Valisoalalao, J., (1987)** - Inventaire et étude des plantes aromatiques et médicinales des Etats de l'Océan Indien : Huiles essentielles,60p.
- Wagner, W.T., Dr. Herbst, et S.H.Sohner, (1999)** - Manuel des usines fleurissantes de Hawaii. 2 Vols. Evêque Muséum Spécial Publication 83, Université de Hawaii et Evêque Muséum Press, Honolulu,4p.
- Zhiri, A., Jaziri, M., Homes, J., Vanhaelen, M. et Shimomura, K., (1994)** - Factors affecting the *in vitro* rapid germination of *taxus* embryos and the evaluation of taxol content in the plantlets. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 39: 261-263.

DIVERSITES MORPHOLOGIQUE ET GENETIQUE DE *Centella asiatica* A MADAGASCAR

RAKOTONDRALAMBO RAOSETA Soaharin'ny Ony, ANDRIANJAKA Alice, DANTHU Pascal, RATSIMIALA RAMONTA Isabelle

BP 906. Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.

RESUME

Centella asiatica est la deuxième plante médicinale exportée de Madagascar. Elle est réputée pour sa richesse en asiaticoside, un triterpène très connu pour son effet cicatrisant. Une variabilité de la forme foliaire de *Centella asiatica* à Madagascar a été observée lors des prospections. Une étude de diversité morphologique et génétique a été alors menée, sur des clones provenant de l'Est et de l'Ouest de Madagascar. L'étude morphologique a permis de distinguer deux grands groupes d'individus caractérisés par la forme du limbe des feuilles, le premier à limbe orbiculaire constitué par les clones de l'Ouest et le second à limbe réniforme constitué par les clones de l'Est. La technique PCR-RFLP (Polymerase Chain Reaction – Restriction Fragment Length Polymorphism) a révélé, par la combinaison trnFV/Taq I, deux chlorotypes identifiant les clones de l'Ouest des clones de l'Est. La diversité morphologique et génétique de *Centella asiatica* à Madagascar a été ainsi confirmée. Les clones de *Centella asiatica* des régions Ouest et Est de Madagascar pourraient appartenir, respectivement, à la variété *abyssinica* retrouvée en Afrique et à la variété *typica* retrouvée en Asie. Madagascar serait donc une zone de contact des deux variétés.

Mots clés : *Centella asiatica*, diversité morphologique, diversité génétique, PCR-RFLP, chlorotypes.

1. INTRODUCTION

Centella asiatica (L.) Urban, de la famille des Apiaceae, est une plante médicinale originaire de l'Inde (Bontems, 1942) mais elle est présente dans toutes les régions tropicales (Pechard et al., 2005). *C. asiatica* est la deuxième plante médicinale exportée de Madagascar (Pechard et al., 2005). Elle tient cette place du fait de sa richesse en principes actifs, principalement en asiaticoside (Rouillard-Guellec et al., 1997). *C. asiatica* est une plante cicatrisante utilisée contre la lèpre, la gale, les ulcères et la syphilis. Elle est aussi diurétique, laxative et sédative (Pechard et al., 2005).

C. asiatica est une plante vivace, herbacée, rampante et stolonifère. Elle présente une morphologie qui varie considérablement suivant l'habitat et suivant les changements climatiques. Cependant, la forme générale des feuilles, la variation de la pilosité et la variation du développement des involucre ont permis la distinction de trois variétés principales : la variété

typica, la variété *abyssinica* et la variété *floridana* (Boiteau, 1943). La variété *typica* a des feuilles nettement réniformes, bien dentées d'une contexture variable, une faible pilosité, et un involucre muni de deux bractées relativement courtes. Elle s'étend de l'Asie méridionale à Madagascar. La variété *abyssinica* a des feuilles suborbiculaires à sinus marqué avec des dents plus atténuées, une forte pilosité, et un involucre développé et entièrement recouvert de poils longs et arachnéens. Elle est localisée dans toute l'Afrique équatoriale et tropicale. La variété *floridana* a des feuilles souvent plus longues que larges, à sinus bien marqué, à faible pubescence, à dents nettement marquées et deltoïdes. Elle est retrouvée en Amérique (Boiteau, 1943).

C. asiatica est retrouvée dans toutes les régions de Madagascar, excepté dans les régions de la partie Sud Sud-Ouest. Les prospections préliminaires ont montré que *C. asiatica* de Madagascar présente une morphologie foliaire diversifiée. Ces observations ont conduit à cette étude qui vise à déterminer la variabilité de *C. asiatica* à Madagascar et à rechercher une corrélation entre la variabilité morphologique et la variabilité génétique.

2. MATERIELS ET METHODES D'ETUDE

2.1 MATERIEL VEGETAL

L'étude a été basée sur 50 clones de *C. asiatica*. Un clone est l'ensemble de groupe d'individus provenant de la multiplication végétative d'un seul individu mère. Ces individus ont tous la même constitution génétique qui n'est autre que celle de leur mère. Des clones de *C. asiatica* provenant de dix localités de Madagascar, cinq localités de l'Ouest et cinq localités de l'Est, ont été étudiés (Carte 1). Ces localités ont été choisies pour représenter au mieux le spectre de diversité de *C. asiatica* pouvant exister à l'Est et à l'Ouest de l'île. Chaque localité a été représentée par cinq clones différents.

2.2. ETUDES MORPHOMETRIQUES.

L'étude morphométrique a été basée sur la mesure de dix paramètres : la longueur du pétiole (mm ; LGPET), la longueur du limbe (mm ; LGFEU), la largeur du limbe (mm ; LAFEU), la surface du limbe (cm² ; SURFO), le poids de matière sèche de la feuille (mg, POIDS), le rapport entre la longueur et la largeur du limbe (mm/mm ; LG/LA), le rapport entre la grande longueur et la longueur du limbe (mm/mm ; GL/LG), le rapport entre la grande longueur et la largeur du limbe (mm/mm ; GL/LA), le rapport entre le poids de la matière sèche et la surface du limbe (mg/cm² ; PO/SU) et le rapport entre la longueur du pétiole et la longueur du limbe (mm/mm ; PE/LG).

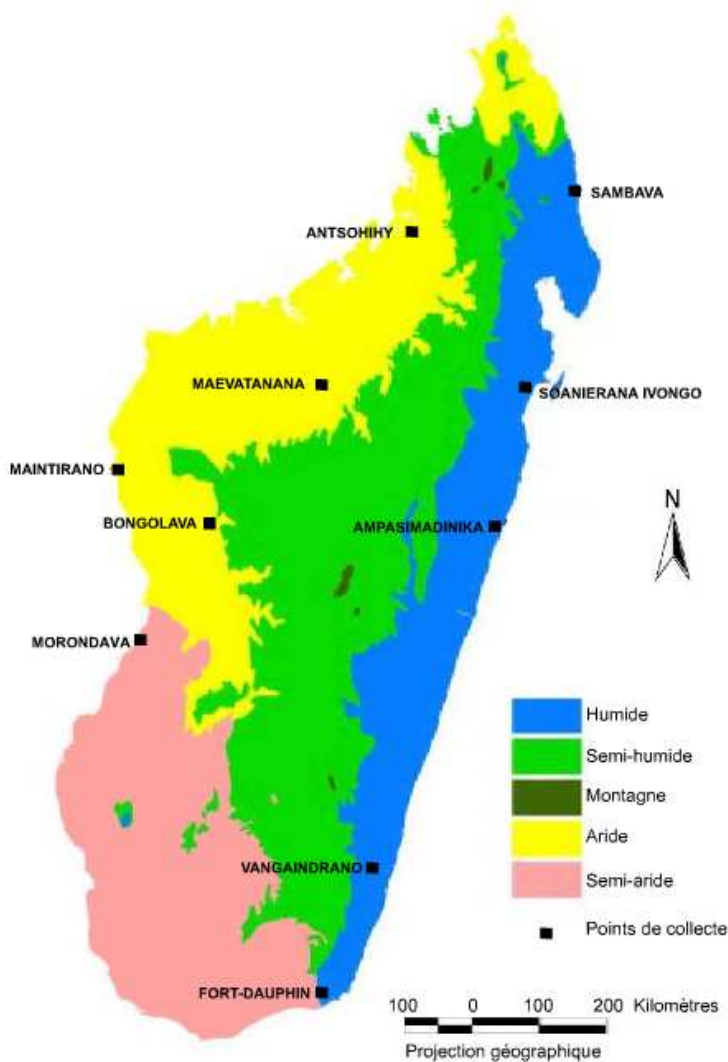
Analyses des données.

Les données morphométriques ont été analysées avec le module statistique Analyse en Composante Principale (ACP), à partir du logiciel XLSTAT version 7.5.3.

2.3. ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE.

L'étude de la diversité génétique de *C.asiatica* a été basée sur la technique PCR-RFLP.

Extraction d'ADN. L'ADN totaux de *C. asiatica* a été extrait à partir de feuilles fraîches, selon le protocole modifié de Doyle and Doyle. (1987), utilisant le tampon d'extraction de Carlson modifié. Les feuilles sont broyées avec de l'azote liquide. L'ADN est extrait avec le tampon d'extraction (100 mM Tris HCl (pH 7.5) ,20 mM EDTA, 1.4 M NaCl, 1% PEG 6000, 2%MATAB, 0.4%Sulfite de sodium) à 74°C pendant 20mn et est ensuite purifié deux fois au CIAA (Chloroforme/ alcool iso-amylque : 24/1) avec centrifugation à 2500tr/mn pendant 15mn.



Carte 1 – Représentation des points de collecte des échantillons de *Centella asiatica* sur la carte bioclimatique de Madagascar (d'après Cornet, 1974)

Il est ensuite précipité avec de l'isopropanol et centrifugé à 2500tr/mn pendant 20mn. Le culot obtenu est suspendu dans de l'eau stérile et est ensuite laissé à +4°C pendant une nuit pour la réhydratation de l'ADN.

Procédure de la technique PCR-RFLP. Les extraits d'ADN totaux ont servi pour la PCR qui a été réalisée avec un couple d'amorces chloroplastiques spécifiques à la famille des APIACEAE, rpoC1 et un couple d'amorces chloroplastiques universelles trnFV.

La réaction de la PCR avec rpoC1 a été effectuée dans 25µl de solution réactionnelle constituée par du tampon PCR 1X, 2,5 mM de MgCl₂, 0.2 mM de chaque désoxyribonucléotide, 0.1 µM de chaque amorce, 1.25 unité de Taq ADN polymérase et 5 µl d'extrait d'ADN.

La réaction de la PCR avec trnFV a été effectuée dans 20µl de solution réactionnelle constituée par du tampon PCR 1X, 0,4 mM de MgCl₂, 0,25 mM de chaque désoxyribonucléotide, 0,5 µM de chaque amorce, 1 unité de Taq ADN polymérase et 5 µl d'extrait d'ADN.

Après l'amplification, les produits amplifiés par rpoC1 ont été digérés par l'enzyme de restriction EcoR1, et ceux amplifiés par trnFV par l'enzyme de restriction Taq I.

Les réactions de digestion ont été effectuées dans un volume de 10µl de solution contenant du tampon de digestion 10X, 10 U/µl d'enzyme de restriction et 5 µl du produit PCR.

Les produits de digestion ont été ensuite migrés par électrophorèse verticale sur gel d'acrylamide 8%. La révélation a été ensuite effectuée sur un transilluminateur à 312nm, après avoir plongé le gel dans un bain de bromure d'éthidium (BET) 0,1%.

Analyses des données.

L'existence de polymorphisme est estimée par la présence ou l'absence de bande sur le chlorotype (profil de restriction).

Lorsque deux individus présentent le même chlorotype, cela signifie que la combinaison amorces-enzyme de restriction utilisée ne révèle aucune variabilité génétique. Par contre, ces deux individus présentent une variabilité génétique lorsqu'ils ont deux chlorotypes différents.. Ce polymorphisme entre individus peut également se mesurer à l'échelle de sous-population, de population ou de populations différentes (Santoni et *al.*, 2000).

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

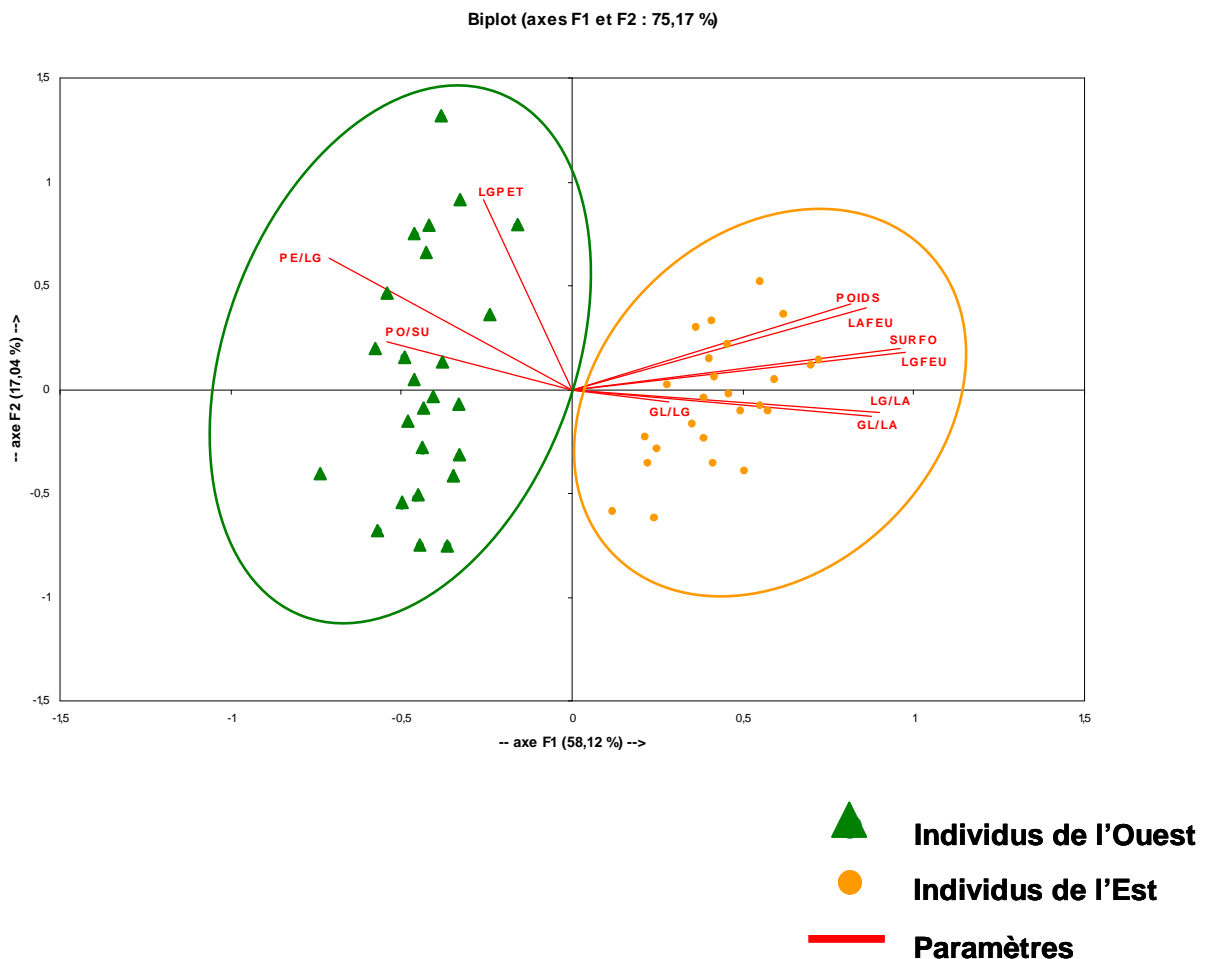
3.1. ETUDES MORPHOMETRIQUES

L'ACP a démontré deux groupes distincts d'individus suivant dans le plan 1-2 (Figure 1). Le premier groupe, nommé groupe A, se trouve dans la partie droite du plan 1-2, il est constitué par les individus des régions de l'Ouest de

Madagascar. Le deuxième groupe, nommé groupe B, se trouve dans la partie gauche du plan 1-2, il est constitué par les individus des régions de l'Est de Madagascar.

Le groupe A est discriminé par les variables longueur, surface, largeur, poids de la matière sèche de la feuille, rapport longueur/largeur du limbe et rapport grande longueur/largeur du limbe. Le groupe B est discriminé par les variables longueur du pétiole et rapport longueur pétiole/longueur du limbe.

La position des regroupements sur le plan 1-2 signifie que les individus du groupe A se comportent de façon opposée vis-à-vis des variables caractéristiques du groupe B, et réciproquement. Elle démontre également que les individus constituant chaque groupe se comportent de façon analogue envers ses variables caractéristiques correspondantes.



VANG : Vangaindrano ; ANHO: Antsohihy ; BOGL: Bongolava ; MAEV: Maevatanana ; MORO: Morondava; MRTO: Maintirano)

3.2. ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE.

Suite à la digestion enzymatique, la combinaison trnFV/TaqI a révélé deux types de chlorotypes bien distincts (Figure 2). 13 bandes sont identiques

aux deux chlorotypes. Le premier a présenté trois bandes spécifiques de 1000pb, 530pb et 120pb. Ce chlorotype correspond aux échantillons de Morondava, Maintirano, Antsohihy, Bongolava et Maevatanana. Le deuxième a présenté quatre bandes spécifiques de 930pb, 235pb, 188pb et 130pb. Ce chlorotype correspond aux échantillons de Soanierana Ivongo, Ampasimadinika, Vangaindrano, Sambava et Ford-Dauphin. Une diversité génétique se présente au niveau des populations des différentes localités. La combinaison rpoC1/EcoRI a révélé un seul chlorotype, aucune diversité n'a été démontrée.

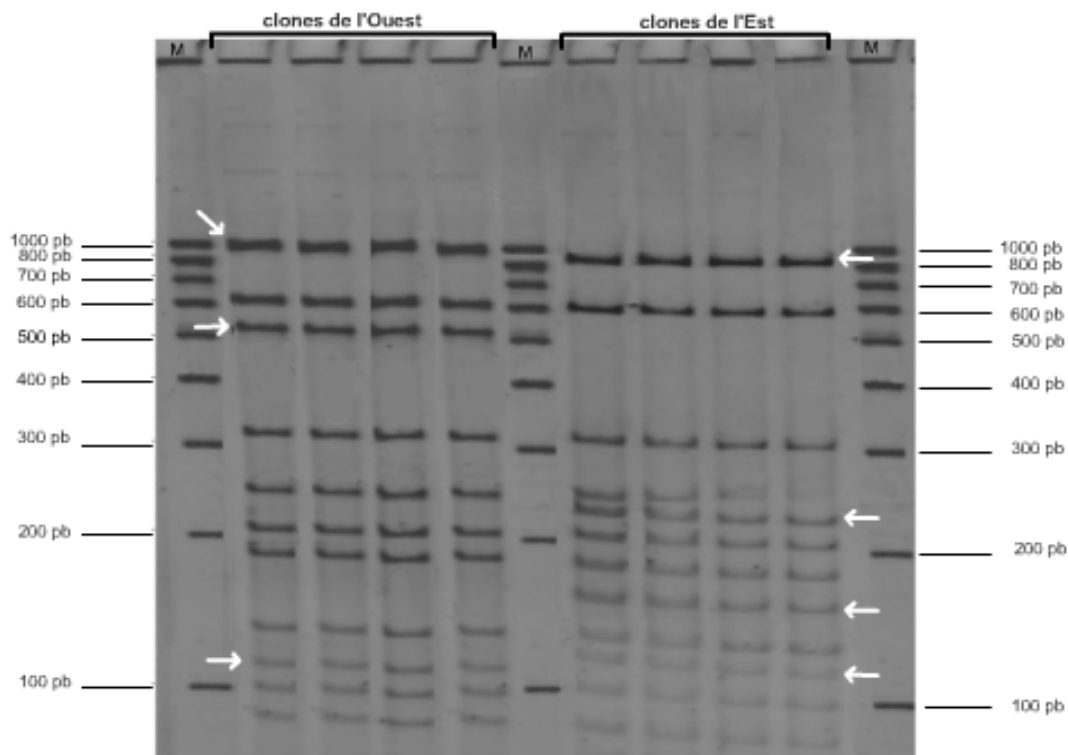


Figure 2 - Profils de restriction des clones de *Centella asiatica* provenant des régions de l'Ouest et de l'Est de Madagascar, suite à la combinaison trnFV/TaqI (M : Marqueur de taille Small Fragment)

4. DISCUSSIONS

L'étude morphométrique a démontré l'existence de deux groupes de *C. asiatica* : un groupe des clones des régions Ouest de Madagascar et un groupe des clones des régions Est.

Les feuilles du groupe de l'Ouest sont caractérisées par une longueur, une largeur, une surface et un poids de la matière sèche proportionnels. Plus la feuille est longue, plus elle a une largeur élevée, une grande surface foliaire et un poids de matière sèche élevé et inversement.

D'après ces caractéristiques, une longueur et une largeur proportionnelles, les feuilles de ces clones ont un limbe de forme orbiculaire (Figure 3).

Le groupe de l'Est est caractérisé par les variables longueur du pétiole et rapport longueur pétiole/longueur du limbe. Etant donné que ce groupe n'est pas caractérisé par une corrélation entre la longueur et la largeur des feuilles, aucune proportionnalité entre ces deux variables n'existe. Ceci conduit à supposer que les feuilles de ces clones ont un limbe de forme allongée, soit réniforme (Figure 3).

En se basant sur les variétés de *C. asiatica* décrites par Pierre Boiteau en 1943, les clones à limbe orbiculaire correspondent à la variété *abyssinica* qui ont la forme africaine (feuilles suborbiculaires) et les clones à limbe réniforme correspondent à la variété *typica* qui ont la forme asiatico-malgache (feuilles réniformes). De ce fait, il est probable que les clones de *C. asiatica* localisés dans la partie Ouest de l'île proviennent de l'Afrique, tandis que ceux localisés dans la partie Est proviennent de l'Asie.

Par ailleurs, la feuille est un organe qui joue de grands rôles dans les grandes fonctions physiologiques de la plante. Ainsi, les plantes adaptent la morphologie de leurs feuilles en fonction des conditions climatiques de leurs biotopes. Il est possible que la différence morphologique observée au niveau des feuilles de *C. asiatica* dérive d'une adaptation au climat aride et semi-aride de l'Ouest et au climat humide de l'Est.

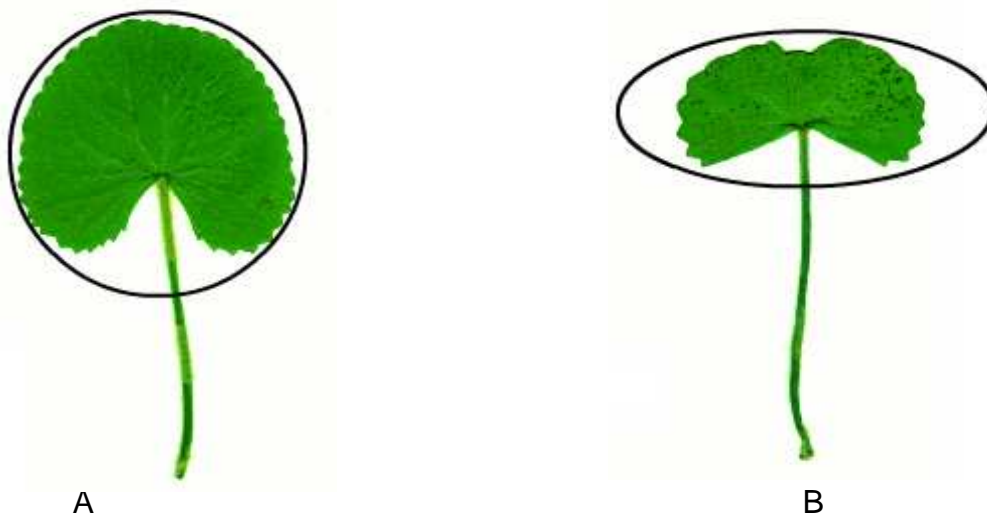


Figure 3 – Diversité morphologique de *Centella asiatica* à Madagascar. (A : Feuille à limbe orbiculaire des clones de *Centella asiatica* de l'Ouest ; B : Feuille à limbe réniforme des clones de *Centella asiatica* de l'Est)

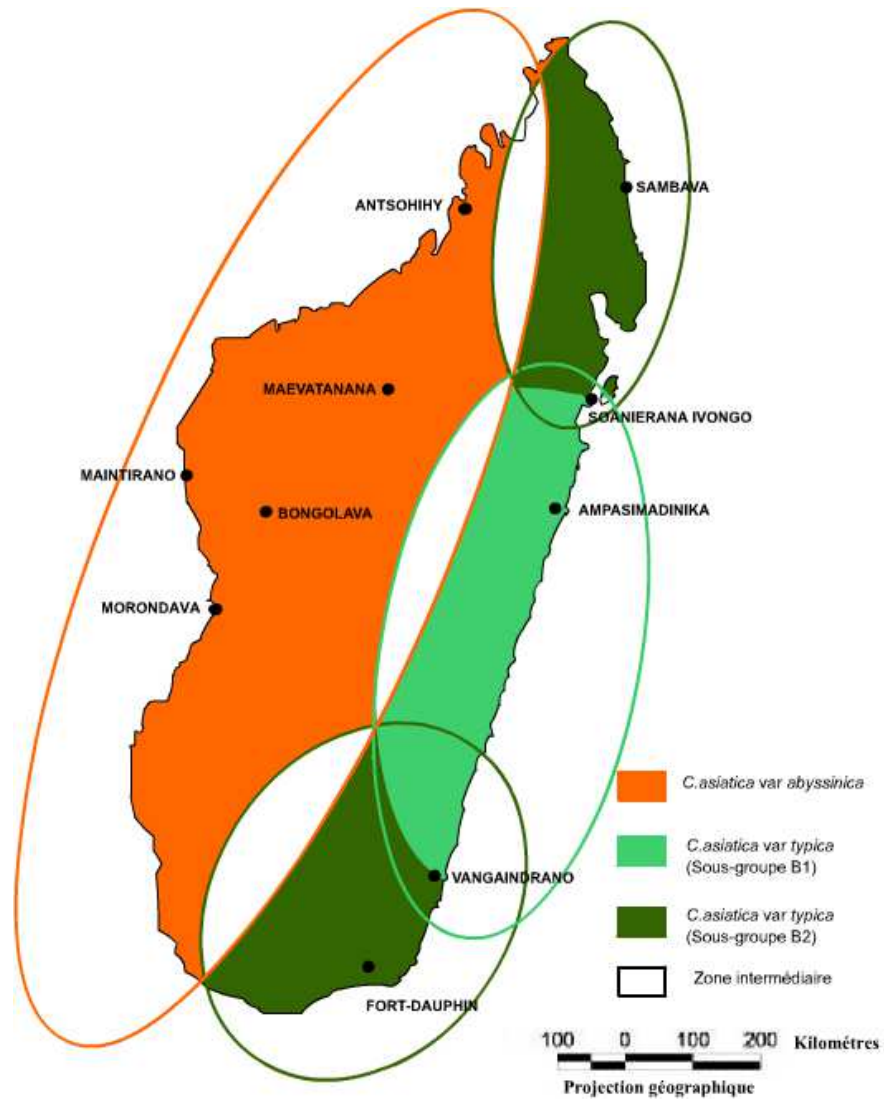
Dans l'application de la technique PCR-RFLP, une diversité génétique a été démontrée par la combinaison trnFV/TaqI.

Les échantillons, soumis à la combinaison trnFV/TaqI, ont révélé deux chlorotypes bien distincts : un chlorotype représenté par les clones des régions de l'Ouest et un chlorotype représenté par les clones des régions de l'Est. Une variabilité se présente donc au niveau de la séquence de l'ADN chloroplastique des clones à limbe orbiculaire et des clones à limbe réniforme. Elle pourrait être interprétée comme étant une appartenance à deux variétés différentes.

Deux hypothèses peuvent être tirées : soit *C.asiatica* des régions OUEST et EST de Madagascar appartiennent respectivement à la variété *abyssinica* et *typica* et ont été introduites respectivement de l'Afrique et de l'Asie, soit *C.asiatica* avait à l'origine une morphologie unique à Madagascar. La dispersion dans toute l'île a soumis la plante à des conditions environnementales différentes. Ce qui a engendré une variation morphologique au niveau des feuilles. Après de longues années, la variation a affecté le génome de la plante, deux variétés de *C.asiatica* sont ainsi formées.

A partir de cette étude, une hypothèse de répartition des deux variétés de *C.asiatica* à Madagascar peut être avancée. La variété *abyssinica*, la variété africaine, serait répartie sur toute la partie Ouest de l'île ; tandis que la variété *typica*, la variété asiatique, serait répartie sur toute la partie Est (Carte 2). Madagascar serait donc une zone de contact entre ces deux variétés.

L'application de la technique PCR-RFLP, associée à une étude morphologique, s'avère ainsi être informative pour l'étude de la diversité de *C. asiatica*. Cette étude permet une ouverture à d'autres recherches telles que la phylogénie des deux variétés, la compatibilité de reproduction entre les deux variétés et l'évaluation de la productibilité, tant biomasses que principes actifs, des deux variétés.



Carte 2 - Répartition de *Centella asiatica* var *abyssinica* et de *Centella asiatica* var *typica* à Madagascar

REMERCIEMENTS

- Nos sincères remerciements au :
- CIRAD – Département Environnement et Société à Ambatobe
 - Laboratoire de Biologie moléculaire du CIRAD Ambatobe

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Boiteau., P., 1943.** Travaux sur l'asiaticoside. Rapport annuel de la co-société des amis du parc botanique et zoologique de Tananarive, Ed Pilot de la Beaujachiré et Cie, 9, 71-75
- Bontems., J.,1942.** Sur un hétéroside nouveau: L'asiaticoside isolé à partir de l'*Hydrocotyle asiatica* (Ombellifères). *Gazette médicale de Madagascar*, 15, 29-33
- Doyle., J.J.,& Doyle., J.L., 1987.** A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19, 11-15
- Pechard., G., Antona., M, Aubert., S., Babin., D, 2005.** Ressources phytogénétiques, contrats et application de la convention biodiversité à Madagascar: une approche prospective. *Bois et forêts des tropiques*, 284, 46-58
- Rouillard-Guellec F., Robin., J.R., Rakoto Ratsimamanga., A, Ratsimamanga., S. & Rasaoanaivo, P., 1997.** Etude comparative de *Centella asiatica* d'origine malgache et d'origine indienne. *Acta botanica Gallica*, 144, 489-493
- Santoni., S.,Favre-Rampant., P., Prado E.,. Prat., D. 2000.** Marqueurs moléculaires pour l'analyse des ressources génétiques et amélioration des plantes. *Cahiers Agricultures, Ressources génétiques*, 9, 311-327

ETUDE DE LA POPULATION DES ORCHIDÉES DE TALATAKELY, PARC NATIONAL RANOMAFANA, ET GERMINATION IN VITRO DES GRAINES

Herinandrianina ANDRIANANJAMANANTSOA, Eliane RALAMBOFETRA,
Margaret FROM.

BP. 906. Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences, Université
d'Antananarivo.

RESUME

Madagascar est connu mondialement par sa richesse naturelle mais aussi comme un " hotspot " pour la conservation. La disparition progressive de la forêt entraîne avec elle l'extinction des espèces tant bien animales que végétales. Les orchidées Malagasy ne sont pas épargnées de cette menace. Le présent travail rapporte les études faites à Talatakely, dans le Parc National Ranomafana en 2005. Une étude sur la population ainsi que la germination asymbiotique des orchidées a été menée en vue de leur conservation.

Le site de Talatakely a un peuplement en orchidées relativement important. *Aerangis*, *Angraecum* et *Bulbophyllum* sont plus fréquents et plus abondants par rapport aux autres genres, notamment *Calanthe*, *Cryptopus* et *Phayus*.

Les graines d'orchidées séchées répondent très bien à la germination *in vitro*. La technique de stockage mérite une bonne maîtrise si on veut résoudre le problème de la conservation à long terme des graines.

Mots clés : Madagascar, orchidées, conservation, Parc National Ranomafana, germination.

1. INTRODUCTION

Les orchidées sont des plantes ornementales et cosmopolites. Elles ont une importante valeur écologique et économique. A Madagascar, elles sont environ 1200 espèces regroupées dans 60 genres, dont 80% sont endémiques (DU PUY et *al.*, 1995). Compte tenu de cette endémicité, les orchidées Malagasy occupent une place importante sur le marché aussi bien local qu'international.

Par ailleurs, d'après le rapport de la CITES (2002), toutes les orchidées Malgaches figurent dans la liste de l'annexe II, c'est-à-dire qu'elles se trouvent pratiquement rares et menacées. Ce travail consiste à inventorier les orchidées de Talatakely, évaluer l'état de la population et faire des tests sur la germination des graines en vue d'un repeuplement des forêts et des sites.

2. MILIEU D'ETUDE

Situé dans la région de Vatovavy Fitovinany et localisé entre 47°18' à 47°37' de longitude Est et 21°2' à 22°25' de latitude Sud, le Parc National de Ranomafana s'étend sur 41601ha. Il a un relief montagneux qui est constitué

par des forêts humides de basse altitude. La température est en moyenne 18.5°C. La précipitation est d'environ 3200 mm/an avec une humidité relative supérieure à 90%.

Talatakely, un des sites appartenant au Parc a été choisi pour mener notre étude du fait de sa forte concentration en biodiversité.

3. METHODES D'ETUDE

3.1. Etude de la population

Pour l'étude de la population des orchidées de Talatakely, une série d'inventaire a été réalisée sur 10 placeaux de 1000m² (20m x 50m) selon la méthode de Braun Blanquet (1964). La densité de la population, la distribution, le taux de régénération naturelle, la fréquence et l'abondance relative ont été étudiés afin de caractériser l'état de la population des orchidées de Talatakely. Selon Guinochet (1973), la densité de la population

$$d = A/r$$

A: nombre d'individus compté

r: surface de relevé

Le taux de régénération naturelle est donné par la formule de Rollet (1983)

$$TR = n/N \times 100$$

n: individus juvéniles

N: individus adultes

Si $TR < 100\%$, la régénération est faible et si $TR > 1000\%$, la régénération est élevée (Rothe, 1964).

D'après Daget (1979), la fréquence relative

$$FR = fi/F \times 100$$

fi: unité d'échantillon

F: unité d'échantillonnage

Et l'abondance relative

$$AR = ni/N \times 100$$

ni: nombre d'individus par espèces,

N: effectif total.

La distribution consiste à étudier la répartition en surface, suivant l'altitude, et en hauteur, suivant la strate d'appartenance, des orchidées dans le site de Talatakely.

3.2. Etude de la germination

Pour l'étude de la germination, 22 graines issues de 18 espèces d'orchidées récoltées à Talatakely ont été testées. Elles ont été séchées puis stockées dans un réfrigérateur à une température constante de 4°C. La germination a été faite sur 2 types de milieux, le milieu MS 45% sans additif (MURASHIGE et SKOOG, 1962) et le milieu MS 45% additionné de lait de coco à 40ml/l (FROM *et al.*, 2003) avec un pH de 5,7.

Les graines ont été traitées avec de l'hypochlorite de sodium à 10% (actif à 5,25% v/v) pendant 15 mn puis rincées à l'eau distillée stérile avant d'être ensemencées (FROM, 2002).

La germination est considérée comme le gonflement des graines, le départ du testa et la formation de la masse sphérique verte garnie de rhizoïdes appelée protocormes.

4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

4.1. Etat de la population

Dix neuf (19) genres et 79 espèces ont été recensés dont 2 litophytes, 8 terrestres et 69 épiphytes (Annexe I). La densité de la population est environ 10,394 individus/ha et le taux de régénération naturelle est de l'ordre de 2,1%. *Aerangis citrata*, *Jumellea confusa*, *Angraecum madagascariense*, sont plus fréquentes et abondantes dans le site. Tandis que, *Aerangis articulata*, *Angraecum viguieri*, *Calanthe* sont pratiquement rares pour l'ensemble des relevés.

Distribution en fonction de l'altitude :

- 29 espèces sont rencontrées à altitude : bas, mi et haut versant.
- 31 espèces sont spécifiques à une station dont, 18 au bas versant, 9 au mi versant et 4 espèces au haut versant.
- 19 espèces sont communes à des stations dont, 3 au bas et mi versant, 9 au mi et haut versant et 7 au bas et haut versant.

Distribution en fonction des strates :

- 19 espèces sont rencontrées à tous les niveaux de strate.
- 38 espèces sont spécifiques à une strate dont 26 à la strate inférieure, 8 à la strate moyenne et 4 à la strate supérieure.
- 28 espèces sont communes à des strates dont 15 à la strate inférieure et moyenne et 7 à la strate supérieure et moyenne.

4.2. Réponse à la germination

Sur les 18 espèces testées, 13 ont répondu à la germination et 5 n'ont pas réagi après 5 mois de culture.

Le tableau 1 ci-dessous montre la réponse des graines stockées à la germination.

D'après le tableau 1, les 2 milieux M45 et N45 n'ont pas eu de différence significative sur le test de germination effectué. En effet, chaque échantillon a généralement réagi de la même manière aux deux milieux testés.

Aeranthès gracilis, *Bulbophyllum obtusum*, *Jumellea peyrotii* et *Polystachya cultriformis* ont eu une bonne germination par rapport aux autres espèces testées.

Les échantillons ayant une durée de stockage avoisinant les 100 jours ont connu un retard sur leur germination. C'est le cas de *Aeranthès ramosa*, *Angraecum erectum*, *Angraecum viguieri* et *Cynorkis villosa*.

Tableau 1: Résultat du test de la germination

Genres	espèces	Code #Ran	M 45	N45
<i>Aeranthès</i>	<i>arachnites</i>	340	++	++
<i>Aeranthès</i>	<i>gracilis</i>	269	+++	+++
<i>Aerangis</i>	<i>ramosa</i>	280	-	-
<i>Angraecum</i>	<i>distichum</i>	390	-	-
<i>Angraecum</i>	<i>erectum</i>	423	-	-
<i>Angraecum</i>	<i>erectum</i>	433	+	+
<i>Angraecum</i>	<i>viguieri</i>	460	+	-
<i>Bulbophyllum</i>	<i>afzelii</i>	253	+	+
<i>Bulbophyllum</i>	<i>afzelii</i>	365	++	-
<i>Bulbophyllum</i>	<i>longiflorum</i>	447	+	+
<i>Bulbophyllum</i>	<i>nitens</i>	510	+	+
<i>Bulbophyllum</i>	<i>obtusum</i>	355	++	++
<i>Bulbophyllum</i>	<i>pachypus</i>	353	++	++
<i>Bulbophyllum</i>	<i>pachypus</i>	453	+	++
<i>Cynorkis</i>	<i>villosa</i>	301	+	-
<i>Jumellea</i>	<i>peyrotii</i>	13	++	++
<i>Lemurella</i>	<i>culicifera</i>	366	+	+
<i>Lemurella</i>	<i>culicifera</i>	367	+	+
<i>Liparis</i>	<i>imerinensis</i>	338	-	-
<i>Liparis</i>	<i>lutea</i>	446	+	+

#Ran-: numéro de l'échantillon pendant les collectes.

M45: milieu MS 45% additionné de lait de coco. N45: milieu MS 45% sans additif.

- : pas de germination.

+ : germination lente.

++ : germination rapide.

+++ : germination très rapide

<i>Polystachya</i>	<i>cultriformis</i>	348	++	++
<i>Polystachya</i>	<i>perrieri</i>	394	+	+

5. DISCUSSIONS

5.1. Le problème de la régénération naturelle:

Le faible taux de régénération, de l'ordre de 2.1%, peut s'expliquer par le fait que la perturbation du site a conduit à un déséquilibre au niveau de l'écosystème modifiant ainsi le mécanisme de développement de ces plantes (Goodman et Razafindratsita, 2001).

La disparition des arbres semenciers a dû entraîner une perte d'un grand nombre d'orchidées épiphytes ainsi qu'à une ouverture de la voûte forestière. Cela a dû affecter le mode de vie des orchidées.

5.2. Effets du stockage des graines sur la germination:

Jusqu'à présent, aucun travail relatif au stockage des graines n'a été fait sur la germination des orchidées de Madagascar.

Il semblerait que la durée de stockage affecte la levée de dormance des graines. Il serait intéressant d'étudier la viabilité des graines en vue de leur conservation.

6. CONCLUSION

Talatakely compte une centaine d'espèces d'orchidées, cela d'après les études effectuées sur le site en 2005. La densité de population est de 10,394 individus par hectare, pour un taux de régénération naturelle de 2.1%.

Les graines d'orchidées stockées ont répondu à la germination asymbiotique in vitro. Il n'a pas été nécessaire de faire un apport de substance de croissance ni de substance organique. En l'occurrence, nos résultats ont montré qu'elles sont pas eues d'effet notoire sur la germination.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier:

Le Omaha's Henry Doorly Zoo (HDZ, Nebraska, USA),

Le Malagasy Institut pour la Conservation de l'Environnement Tropical (MICET),

L'Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées (ANGAP),

La Direction Générale des Eaux et Forêts,

Le Département de Biologie et Ecologie Végétales de la Faculté des Sciences (DBEV)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Braun Blanquet., J., 1964.** La phytosociologie. Spunnger, Vienne, 3^{ème} édition, p.865.
- Cites., 2002.** Rapport annuel de 2002: organe de gestion CITES de Madagascar, Antananarivo
- Daget., P., 1979.** Les modèles mathématiques en écologie. Masson, Paris, pp. 9-27.
- Dupuy., D., Cubb., P., Bosser., J., Johan., and Hermans., C., 1999.** The orchids of Madagascar. Kew Royal Botanical Garden, p.375.
- From., M.M., 2002.** Strategies to overcome reproductive constraints of *Platanthera praeclara* Sheviak and Bowles, through asymbiotic seed germination and assisted pollination for increased fruit production. Thesis, University of Nebraska Lincoln, University Press.
- From., M.M., Gouveia., T., 2003.** Conservation plan for Madagascar's threatened orchids in the eastern rainforest region at Ranomafana. Population, Habitat and Viability Assessment for the *Cattleya* Orchid Group of Costa Rica. CBSG/IUCN proceedings final report. Fundation Pro Zoologicos, San Jose, Costa Rica.
- Goodman., S., Razafindratsita., V., 2001.** Inventaire biologique du Parc National Ranomafana et du couloir forestier qui la relie au Parc National Andringitra. Recherche pour le développement, série Sciences Biologiques.
- Guinochet., L., 1973.** La phytosociologie. Coll. D'Ecol. 273 pp.
- Murashige., T., Skoog, F., 1962.** A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473-479.
- Rollet., B., 1983.** La régénération naturelle dans les trouées. Un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides. Bois et forêt des tropiques 202 : 19-34.
- Rothe., P. L., 1964.** Régénération naturelle en forêt tropicale. Le *Dipterocarpus drey* (Dau) sur le versant Cambridgien du golfe de Siam. Bois et forêt de tropiques, Madagascar.

ANNEXE I : Liste floristique des orchidées de Talatakely (Parc National Ranomafana)

Nb	Genres	espèces	mode de vie
1	<i>Aerangis</i>	5	épiphytes
2	<i>Aeranthes</i>	8	épiphytes
3	<i>Angraecum</i>	13	épiphytes
4	<i>Beclardia</i>	1	épiphytes
5	<i>Bulbophyllum</i>	17	épiphytes
6	<i>Calanthe</i>	2	terrestre
7	<i>Cheirostylis</i>	1	terrestre
8	<i>Cynorkis</i>	5	terrestre
9	<i>Jumellea</i>	5	épiphytes
10	<i>Lemurella</i>	3	épiphytes
11	<i>Liparis</i>	3	terrestre
12	<i>Microcoelia</i>	2	épiphytes
13	<i>Neobathiea</i>	1	épiphytes
14	<i>Oberonia</i>	1	épiphytes
15	<i>Oeonia</i>	1	épiphytes
16	<i>Oeoniella</i>	1	épiphytes
17	<i>Polystachya</i>	6	épiphytes
18	<i>Satyrium</i>	1	terrestre
19	Inconnu	3	épiphytes
	Total	79	

VALORISATION DES JACHERES A *Psiadia altissima* Benth. et Hook. PAR EXTRACTION DE L'HUILE ESSENTIELLE.

Miarantsoa Raelina RAKOTOBE, Pascal DANTHU, Eliane RALAMBOFETRA,
Voninavoko RAHAJANIRINA

BP 906. Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences, Université
d'Antananarivo.

RESUME

Le tavy (culture sur défriche-brûlis) représente à Madagascar un sujet controversé. Jugé écologiquement néfaste, il est pénalement punissable. Il reste cependant une pratique courante profondément ancrée dans la coutume malgache.

Ce mode de culture est tenu pour responsable d'environ 60% de la déforestation des forêts primaires.

Après deux ou trois saisons de culture, la parcelle est laissée en jachère, laissant place à une végétation secondaire (le savoka) dont la composition est variable selon l'historique de la parcelle et le nombre de cycles culturaux.

Tenter d'évaluer les potentialités de valorisation des jachères de l'Est de Madagascar, dominées par *Psiadia altissima*, par la production d'huiles essentielles est l'objectif de ce travail.

L'âge des jachères a été le facteur clé pour mesurer la production en huile de l'espèce.

Les résultats montrent que le rendement en huile varie de 1,1% pour le matériel végétal récolté dans la jachère âgée de quatre ans à 1,5% pour celui prélevé dans la jachère âgée de deux ans, mais les différences ne sont pas significatives. Pourtant, rapportée à la surface de jachère exploitée, les jachères de quatre ou six ans sont les plus productives, produisant la biomasse foliaire maximale et la production en huile optimale (1,7 tonnes de matières sèches par hectare et 18 litres d'huile essentielle par hectare).

Un essai complémentaire sur l'évaluation de la capacité de régénération de *P.altissima* a montré que les souches rejettent abondamment après coupe à 60 cm du sol ainsi que dans les jeunes jachères (un et deux ans).

L'ensemble de ces résultats permet donc d'envisager une gestion durable des jachères à *P.altissima* afin d'offrir une opportunité de diversification des produits et des revenus des familles.

Mots-clés : *Psiadia altissima*, âge des jachères, huile essentielle, biomasse, régénération..

1. INTRODUCTION

La déforestation à Madagascar est l'une des plus alarmantes du monde tropical. Les pressions anthropiques, notamment la culture sur brûlis ou

tavy sont depuis longtemps évoquées pour expliquer cette situation (Humbert, 1927). Cette pratique consiste à abattre la forêt puis à brûler les arbres avant de mettre en culture la parcelle ainsi défrichée. La parcelle est exploitée un ou deux ans puis laissée en jachère plusieurs années (Kiener, 1963 ; Rakotomanana, 1989 ; Erdmann, 2003 ; Kistler et Spack, 2003 ; Pfund, 2000 ; Messerli, 2002). Une végétation secondaire (le *savoka*) repousse alors, laquelle sera de nouveau défrichée et la parcelle est remise en culture. Mais compte tenu de la pression démographique de plus en plus forte, les durées de jachères sont de plus en plus courtes et les sols deviennent de plus en plus pauvres (UICN et al., 1990 ; Messerli, 1998). Selon le nombre de cycles culturaux et la fertilité initiale de la parcelle, le *savoka* qui colonise la jachère est différent. Certains peuvent évoluer vers une reconstitution forestière, alors que d'autres sont les étapes de séries régressives (Aubreville, 1971). Parmi celles-ci, on peut noter les jachères à *Psiadia altissima* qui représentent parfois de vastes peuplements quasi monospécifiques (Kiener, 1963 ; Aubreville, 1971). Ce type de jachère se rencontre surtout dans les successions végétales post-agricoles des forêts humides de l'Est de Madagascar.

Psiadia altissima est utilisé dans la pharmacopée locale malgache pour traiter les maladies de peaux, les maladies vénériennes, les maux de ventre et de dents. Cependant, des essais ont montré qu'il était possible d'extraire des huiles essentielles à partir des feuilles de *Psiadia altissima*. Ces huiles possèderaient des propriétés antibactériennes, antiparasitaires (Ramanoelina et al., 1987), antivirales, analgésiques et cicatrisantes qui pourraient déboucher sur des opportunités commerciales au niveau international.

L'objectif poursuivi dans ce travail est donc de tester une valorisation possible des jachères à *Psiadia altissima*, petit arbre endémique et pionnier appartenant à la famille des Asteraceae (Humbert, 1960 ; Pfund, 2000), en exploitant ses potentialités par la production d'huiles essentielles. Notre étude a été focalisée sur la mesure de l'impact de quelques facteurs clés sur la production d'huile essentielle, notamment sur l'âge des jachères depuis le dernier abandon cultural.

En prenant comme modèle le terroir de Vohimana, notre étude se propose :

- de mesurer la production de biomasse valorisable pour la production d'huile essentielle dans différentes jachères d'âge connu,
- d'évaluer, pour ces différentes jachères, les rendements en huile essentielle,
- et d'étudier la capacité de régénération de l'espèce afin d'estimer le seuil d'exploitabilité de l'espèce et de proposer des pistes d'intégration de la production d'huile essentielle dans les systèmes d'exploitation paysanne.

2. MATERIELS ET METHODES

Les expérimentations ont été menées dans la réserve forestière de Vohimana représentative des forêts sempervirentes de moyenne altitude de l'Est de Madagascar, dans une zone située entre les longitudes 48°30'22"E et 48°31'22"E et les latitudes 18°55'12"S et 18°56'24"S, à une altitude comprise entre 705m et 936m. La pluviométrie est comprise entre 2000 et 3500mm (KISTLER et SPACK, 2003), il n'y a pas de période écologiquement sèche. Cette forêt est soumise à la pratique du tavy et présente de nombreuses jachères où *P.altissima* est l'espèce dominante.

Par des enquêtes auprès des paysans, cinq types de jachères riches en *P.altissima* ont été identifiés et retenues pour cette étude. Ces différentes jachères ont déjà subi plusieurs cycles culturaux. Elles ont été caractérisées par leur âge depuis la dernière culture (respectivement 1, 2, 4, 6 et 8 ans) car ce critère apparaît comme le meilleur descripteur de la production de biomasse de ces jachères (PFUND, 2000).

Les prélèvements ont été réalisés pendant la saison pluvieuse, aux mois de mars et avril 2005.

Dans chacune de ces jachères, cinq placettes de 100m² (10m x 10m) ou de 50m² (10m x 5m) ont été délimitées en milieu de versant. Les pentes n'excédaient pas 22%.

Sur l'ensemble des 25 placettes, l'intégralité de la biomasse aérienne a été prélevée. Les mesures réalisées ont été les suivantes :

- la biomasse de l'ensemble de la végétation aérienne (exprimée en tonnes de matière végétale fraîche par hectare, $T_{MF}.ha^{-1}$),
- le nombre de pieds de *P.altissima* (tout stade de développement confondu) par unité de surface exprimé en milliers de plants par ha,
- la hauteur (exprimée en m) des dix plus grands *P.altissima* dans chaque placette,
- la biomasse non lignifiée de *P.altissima* (comprenant les parties herbacées des rameaux et les feuilles, correspondant à la biomasse utile collectée et distillée par les producteurs d'huiles essentielles) exprimée en tonnes de matière sèche par hectare ($T_{MS}.ha^{-1}$) et déterminée après séchage à 105°C d'échantillons de matière fraîche de poids connus jusqu'à stabilisation du poids, selon les règles de l'ISTA (1999),
- la biomasse ligneuse de *P.altissima* ($T_{MS}.ha^{-1}$),
- le rendement en huiles essentielles après hydrodistillation de 400g de biomasse herbacée de *P.altissima*. Cette mesure a été réalisée dans des appareils de type Clevenger sur cinq échantillons, chacun prélevé dans une placette expérimentale. Les distillations ont été réalisées moins de 24 heures après la collecte. Les résultats ont été exprimés en pourcentage (%), ml d'huile essentielle produits pour 100g de matière

sèche). Rapportée à la surface de jachère exploitée ou à la durée de la jachère, la productivité est exprimée en $L \cdot ha^{-1}$ ou en $L \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$.

Dans l'essai sur l'évaluation de la capacité à rejeter des souches de *P. altissima*, le premier facteur étudié a été l'âge de la jachère. Le second facteur a été la hauteur de recépage en comparant, dans une jachère de six ans, des souches coupées au ras du sol et des souches coupées à 20 ± 5 cm et 60 ± 10 cm au dessus du sol. L'essai a consisté à évaluer six mois après exploitation (en novembre 2005) la proportion de souches ayant donné des rejets, le nombre de rejet par souches et la hauteur du plus grand rejet (exprimé en cm).

L'hypothèse de l'existence de différences significatives entre les différentes jachères a été soumise à l'analyse de variance. " Quand la valeur du coefficient de Fischer F est significative ($p < 0,05$), l'interprétation des moyennes se poursuit par un test de comparaison multiple des moyennes par le test de Newman-Keuls qui permet de distinguer les groupes statistiquement homogènes au seuil de probabilité $p = 0,05$. La comparaison des proportions a été réalisée par un test de χ^2 au seuil $p < 0,05$.

2. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

La biomasse de matière végétale fraîche aérienne des cinq jachères à *P. altissima* comparées dans cet essai montre un accroissement important dans les deux premières années, passant environ de 10 tonnes de matière fraîche (TMF) par hectare un an après abandon cultural à $23 T_{MF} \cdot ha^{-1}$ après deux ans (Tableau 1). Dans les jachères plus âgées, l'accroissement de la biomasse est continu mais plus faible (les différences mesurées sont non significatives).

L'accroissement de la biomasse de *P. altissima* suit la même dynamique, elle atteint plus de $8 T_{MF} \cdot ha^{-1}$ la première année, près de $16 T_{MF} \cdot ha^{-1}$ après deux ans. La biomasse est stable après quatre ans (autour de $25 T_{MF} \cdot ha^{-1}$). La biomasse utile pour la production d'huile essentielle (parties herbacées) passe par un maximum dans les jachères de quatre ans : $5,7 T_{MF} \cdot ha^{-1}$. La densité de *P. altissima* passe de 27 000 sujets par hectare dans la jachère la plus jeune à moins de 6 000 dans la jachère la plus âgée. Dans le même temps, les arbres dominants passent d'une hauteur moyenne de deux mètres à près de six mètres.

Tableau 2 : Quelques éléments de typologie des jachères dominées par *P.altissima* étudiées dans la région de Vohimana. Mesures réalisées pendant la saison des pluies (mars/avril 2005).

	Age des jachères (années)				
	1	2	4	6	8
Biomasse totale (TMF.ha ⁻¹)	10.5 a	23.2 ab	28.7 b	35.5 b	36.2 b
Biomasse <i>P.altissima</i> (TMF.ha ⁻¹)	8.6 a	15.8 ab	26.5 b	24.1 b	26.4 b
Biomasse herbacée fraîche (TMF.ha ⁻¹)	3.7 ± 2.1	3.9 ± 1.2	5.7 ± 1.7	4.7 ± 0.9	3.7 ± 1.0
Densité (nombre de sujets) en <i>P.altissima</i> (10 ³ .ha ⁻¹)	27.1 ± 13.9	16.8 ± 4.8	14.9 ± 3.4	nd	8.1 ± 2.9
Hauteur des arbres dominants (m)	2.36 ± 0.09	3.59 ± 0.12	4.18 ± 0.13	4.25 ± 0.11	5.86 ± 0.14

nd : non déterminé

Exprimée en matières sèches, la biomasse ligneuse de *P.altissima* croît progressivement avec l'âge des jachères, passant de 2,3T_{MS}.ha⁻¹ dans la jachère de un an à près de 14T_{MS}.ha⁻¹ pour la jachère de huit ans (Figure 1). Par contre, la biomasse herbacée (=biomasse utile) récoltée sur *P.altissima* passe par un maximum dans les jachères de quatre et six ans qui produisent plus de 1.5 tonnes de matière sèche par hectare. Les jachères plus jeunes (un et deux ans) ou plus âgées (huit ans) produisent des biomasses herbacées plus faibles, comprises entre 0,9 et 1,1T_{MS}.ha⁻¹.

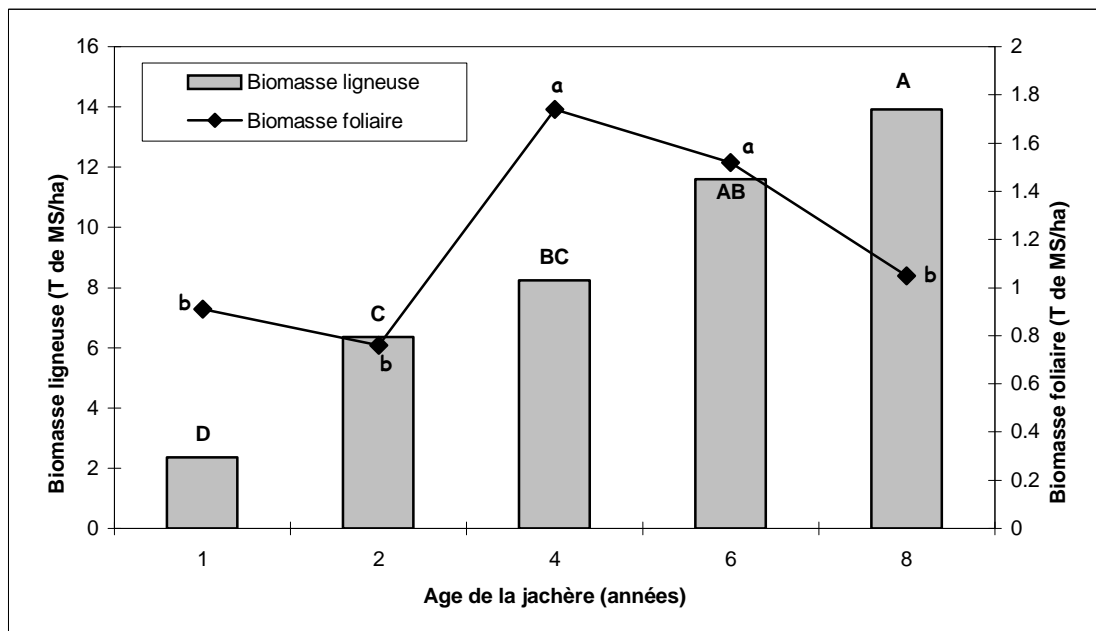


Figure 1 : Evolution de la biomasse foliaire et ligneuse de *P.altissima* selon l'âge de la jachère.

Les biomasses moyennes repérées par une ou des même lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité $p=0,05$ d'après le test de Newman-Keuls.

Pour la biomasse ligneuse, $p = 0,0001 < 0,001$ et le coefficient de Fischer $F = 13,4$; ce qui signifie que les différences entre les traitements sont très hautement significatives.

Pour la biomasse foliaire, $p = 0,0007 < 0,001$ et le coefficient de Fischer $F = 7,60$; ce qui signifie que les différences entre les traitements sont très hautement significatives.

La production d'huile essentielle a été exprimée selon trois modalités : le rendement, mesuré en volume d'huile produite par rapport au poids de matière sèche, la production par unité de surface et la productivité annuelle (Figure 2). Le rendement varie de 1,1% pour le matériel végétal prélevé dans la jachère de quatre ans à 1.5% pour la jachère de deux ans, mais les différences ne sont pas significatives ($F=1,26, p=0,32$). Par contre, lorsqu'on rapporte la production par unité de surface, la production des jachères de quatre et six ans est évaluée à environ 19 litres d'huile essentielle, production significativement supérieure à celle mesurée pour les autres jachères (de 12 à 13l.ha⁻¹). Si cette production est rapportée à la durée de jachères, la jachère la plus courte est significativement la plus productive (12.6l.ha⁻¹.an⁻¹), la jachère de deux ans ayant une productivité de moitié (6.2l.ha⁻¹.an⁻¹) et celle de quatre ans du tiers (4,8l.ha⁻¹.an⁻¹) (Figure 2).

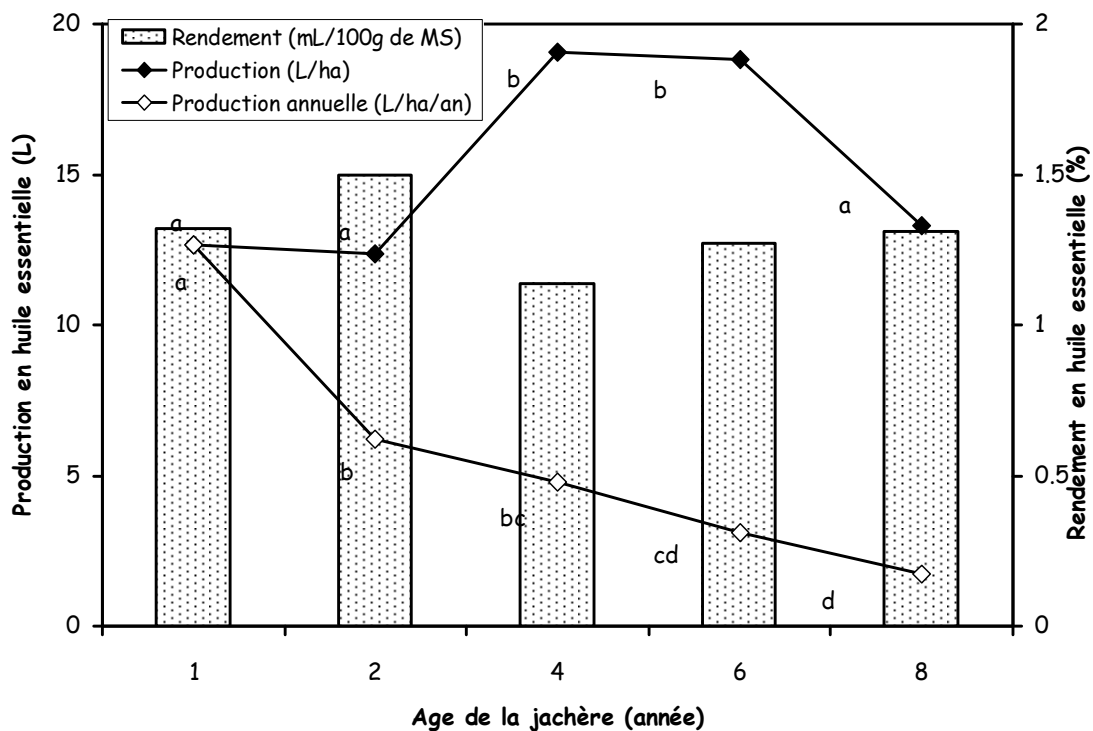


Figure 2 : Capacité des jachères dominées par *P. altissima* à produire des huiles

essentielles.

Histogramme : rendement en huile exprimée en pourcentage par rapport à la masse de matière sèche (ml d'huile pour 100g de matière végétale sèche), différences entre jachères non significatives : $F=1,26$; $p=0,32$. Courbes : production d'huile essentielle ramenée à la surface de jachère exploitée (exprimée en litre produits par hectare de jachère) et production annuelle (exprimée en litres produits par hectare et par année), les moyennes ont été comparées par le test de Newman-Keuls au seuil de probabilité $p<0,05$.

Le dernier point de cette étude est l'étude de l'aptitude des souches de *P.altissima* à produire des rejets. Le tableau 2 nous montre que la réactivité des souches est proportionnelle à la hauteur de coupe : la proportion de souches qui donne des rejets est plus importante lorsque la coupe est réalisée à 20 ou 60 cm qu'au ras du sol et le nombre de rejets par souche est le double sur les souches de 60 cm par rapport aux souches de 20 cm (en moyenne 7,2 rejets contre 3,1).

Tableau 3: Aptitude des souches de *P.altissima* dans une jachère de six ans à émettre des rejets en fonction de la hauteur de coupe. Essai réalisé pendant la saison des pluies (mars/avril 2005) sur un effectif de 30 souches par condition expérimentale et mesuré après six mois. La comparaison des proportions a été réalisée par le test de χ^2 au seuil $p<0,05$

Hauteur de coupe	Ras du sol	20 ± 5 cm	60 ± 10 cm	
Pourcentage de souches ayant rejeté (%)	6	50	40	$\chi^2 = 14,14$
Nombre moyen de rejets par souche ayant rejeté	2	3 ± 1	7 ± 3	
Hauteur du plus grand rejet (cm)	41,3	42,4 ± 14,7	44,8 ± 13,1	

4. DISCUSSIONS

Les jachères à *P.altissima* représentent un recru végétal commun dans les forêts de moyenne altitude de l'Est malgache. Notre étude a porté sur les jachères âgées de huit ans maximum car, dans la zone, les durées de jachère ne sont généralement pas supérieures à cet âge (Pfund, 2000 ; Messerli, 2002). Dans les parcelles abandonnées depuis quatre à huit ans, la biomasse aérienne fraîche en *P.altissima* peut représenter jusqu'à 25 tonnes par hectare. Ce résultat est conforme avec ceux de Pfund (2000) pour des sites ayant subi trois à six cycles culturaux. La figure 1 montre que le bois de *P.altissima* représente 80 à 90% de cette biomasse. Etant connu pour avoir un excellent

pouvoir calorifique (Messerli, 2002 ; Carriere et *al.*, 2005) il peut représenter un produit de cueillette apte à valoriser les jachères à *P.altissima*. Les parties herbacées sont elles aussi valorisables car source d'huile essentielle ayant une valeur commerciale. Notre étude montre que le rendement en huile essentielle rapporté à la masse de matière herbacée distillée ne présente pas de variations avec l'âge de la jachère : toutes les feuilles ont une richesse équivalente en huile, indépendamment de l'âge du sujet. Toutefois, la production d'huile essentielle est maximale dans les jachères dont l'âge a été estimé à quatre ou six ans depuis l'abandon cultural (Figure 2). Cela s'explique par deux éléments : dans ces jachères, la biomasse produite est importante et la proportion de la biomasse herbacée par rapport à la biomasse ligneuse est maximale, représentant environ 20% de la biomasse totale (Figure 1). Dans ces conditions, nous n'avons calculé que la production d'huile essentielle à un peu moins de 20 litres par hectare. Par contre, lorsque la productivité est rapportée par année, les jachères jeunes (un ou deux ans) montrent un résultat significativement meilleur ($12,6\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$). Enfin, le dernier point montré par notre étude est que *P.altissima* a une capacité de régénération élevée après la première coupe. Cependant, les résultats obtenus sur l'étude de la régénération de *P.altissima* pour chaque jachère montrent que la capacité de régénération de cette espèce est liée avec l'âge de la jachère.

La réactivité des souches est élevée pour les jeunes jachères. L'âge de la jachère apparaît ainsi comme le descripteur le mieux corrélé avec l'apparition des rejets.

Les travaux réalisés sur *P. altissima* constituent un modèle de valorisation des jachères post-tavy par exploitation des huiles essentielles produites par l'espèce. Cette valorisation vise, non seulement à améliorer et à diversifier les revenus des cultivateurs mais aussi à redynamiser la forêt de l'Est de Madagascar et à exploiter les plantes médicinales et aromatiques des jachères. Exploiter les jeunes jachères est ainsi plus productif du point de vue biomasse valorisable et huile essentielle produites. Cependant, privilégier la capacité de régénération de *P.altissima* a permis de renforcer l'idée qu'exploiter les jeunes jachères (surtout âgées de un an) pourrait être une alternative de gestion durable de la ressource.

Par ailleurs, une valorisation des sous-produits de l'exploitation est aussi possible : le bois comme combustible et les résidus de la distillation comme engrais. A ces différentes possibilités s'ajoutent d'éventuelles mises en place de jachères améliorées, rendant les jachères plus productives ou plus efficaces (MESSERLI, 2002). Cette intervention vise la revalorisation de la jachère elle-même en y cultivant des produits comme des légumes, des fruits, des fourrages, des plantes médicinales. Tout cela aboutissant à la mise en place de systèmes agroforestiers comme le "tanimboly". D'autre part,

l'utilisation des espèces indigènes (*P.altissima*, *Trema orientalis*, *Harungana madagascariensis*) associées au manioc (par sarclage sélectif) ou l'introduction de plantes régénératrices de la fertilité de la jachère (cas de *Tithonia diversifolia* et *Crotalaria*) permettent aussi d'améliorer la jachère et d'avoir recours à d'autres formes de valorisation des jachères.

5. CONCLUSION

Notre travail ouvre des perspectives de valorisation des jachères riches en *P.altissima* qui n'avaient jusqu'à maintenant que peu d'intérêt économique. Il constitue un exemple de plus du potentiel des plantes médicinales et aromatiques dans les systèmes agroforestiers.

Toutefois, comme *P.altissima*, d'autres espèces, recensées parmi la flore, se développant sur les jachères, à potentialités économiques avérées (productrices de molécules ou d'huiles commercialisables) peuvent être valorisées telles que : *Lantana camara*, *Centella asiatica*, *Helichrysum coronarium*, *Helichrysum gymnocephallum*, *Rhus tarantana*... Le modèle de valorisation proposé pour les jachères à *P.altissima* peut donc être extrapolé à d'autres plantes de jachères malgaches.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée dans le cadre de l'Unité de Recherche en Partenariat " Forêts et Biodiversité " qui associe l'Université d'Antananarivo, le FOFIFA et le CIRAD. Les auteurs remercient les habitants de Vohimana pour leur accueil et leur aide.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aubert, S., Razafiarison, S. 2003.** Culture sur brûlis et régression des surfaces boisées. In Aubert S., Razafiarison, S., Bertrand, A. (eds.): Déforestation et systèmes agraires à Madagascar, Cirad/ Cite/ Fofifa, Montpellier, France, 35-51.
- Aubert, S. 1999.** Gestion patrimoniale et viabilité des politiques forestières à Madagascar : vers le droit à l'environnement ? Thèse de Doctorat, Université de Paris I, France.
- Aubreville, A. 1971.** La destruction des forêts et des sols en pays tropical. *Adansonia* 11, 5-39.
- Bertrand, A., Randrianaivo, D. 2003.** Tavy et déforestation. In Aubert S., Razafiarison, S., Bertrand, A. (eds.): Déforestation et systèmes agraires à Madagascar, Cirad/ Cite/ Fofifa, Montpellier, France, 9-30.
- Cabanis, Y., Chabouis, L.F. 1970.** Végétaux et groupements végétaux de Madagascar et des Mascareignes. Tome 2. BDPA, Antananarivo, Madagascar.

- Carriere, S.M., Andrianotahiananahary, H., Ranaivoarivelo, N., Randriamalala, J. 2005.** Savoirs et usages de recrûs post-agricoles du pays betsileo : valorisation d'une biodiversité oubliée à Madagascar. *VertigO* 6, 1-14.
- Dagnelie, P. 1975.** Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques Vol II : Les méthodes de l'inférence statistique. Les presses agronomiques de Gembloux, Belgique, 463p..
- Dez, J. 1966.** Les feux de végétation à Madagascar. In Battistini, R. and Richard-Vindard, G. (eds.): *Biogeography and ecology in Madagascar*, Dr. W. Junk B.V., The Hague, The Netherlands, 191-200.
- Erdmann ,T.K. 2003.** The dilemma of reducing shifting cultivation. In Goodman S.M., Benstead, J.P. (eds.): *The natural history of Madagascar*, The University of Chicago Press, Chicago, United States and London, Great Britain, 134-139.
- Grouzis, M., Razanaka, S., Le Floch, E., Leprun, J.C. 2001.** Evolution de la végétation et de quelques paramètres édaphiques au cours de la phase post-culturale dans la région d'Analabo. In Razanaka, S., Grouzis, M., Milleville ,P., Moizo, B., AUBRY, C. (eds.) : *Sociétés paysannes, transitions agraires et dynamiques écologiques dans le sud-ouest de Madagascar*, CNRE-IRD, Antananarivo, 327-337.
- Humbert, M. 1927.** La destruction d'une flore insulaire par le feu. Principaux aspects de la végétation à Madagascar. Documents photographiques et notices. *Mém. Académie malgache*, Fasc, V, XLI p1, 79p..
- Humbert, M. 1960.** Flore de Madagascar et des Comores, 189^e Famille, Compositae. Firmin. Didot et Cie, Paris, France, Tome I, 304 p..
- Kiener, A. 1962.** Fomba en matière de tavy : problèmes humains et aspect social *du tavy*. *Bulletin de Madagascar* 190, 237-243.
- Kiener, A. 1963.** Le " tavy " à Madagascar. *Bois et Forêts des Tropiques* 90, 9-16.
- Kistler, P., Spack, S. 2003.** Comparing agricultural systems in two areas of Madagascar. In Goodman S.M., Benstead J.P. (eds.): *The natural history of Madagascar*, The University of Chicago Press, Chicago, United States and London, Great Britain, 123-134.
- Messerli, P. 1998.** Vers une réconciliation de la conservation avec des cultivateurs sur brûlis. In POLFOR/IC (eds.) : *Aménagement et gestion participative des forêts*, Conservation Internationale and Polfor, Antananarivo, Madagascar, 10-16.
- Messerli ,P. 2002.** Alternatives à la culture sur brûlis sur la falaise Est de Madagascar : Stratégies en vue d'une gestion plus durable des terres.

Thèse de Doctorat, Institut de Géographie, Université de Berne, Suisse, 348p..

- Möllenbeck, S., König ,T., Shreier, P., Schwab, W., Rajaonarivony, J. Ranarivelo L. 1997.** Chemical composition and analyses of Enantiomers of essential oils of Madagascar. *Flavour Frag. J.* 12, 63-69.
- Pfund, J.L., Brand ,J., Ravoavy, L., Razafintsalama, V. 1997.** Culture sur brûlis: bilan de nutrition et successions écologiques. *Cahiers Terre-Tany* 6, 68-88.
- Pfund, J.L. 2000.** Culture sur brûlis et gestion des ressources naturelles, évolution et perspectives de trois terroirs ruraux du versant est de Madagascar. Ecole polytechnique fédérale de Zurich et Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Zurich, Switzerland, 323p..
- Rabeharisoa ,L., Andriarimalala Z., Rasoamampionona, B., Razafimanantsoa ,M.P. 2005.** Typologie dans la zone de Vohimana en utilisant le système d'information géographique. *Radioisotopes*, Antananarivo, Madagascar.
- Ramanoelina, A.R.P., Rasoarahona, J.R.E., Masotti, V., Viano, J., Gaydou, E.M., Bianchini ,J.P. 1994.** Chemical composition of leaf oil of *Psiadia altissima* (Compositae). *J. Essent. Oil. Res.* 6, 565-570.
- Rasolofoharinoro. 2001.** Successions végétales post-culturelles sans la région d'Andasibe-Périnet. In Razanaka S ., Grouzis M. Milleville P., Moizo B., Aubry C. (eds.): Sociétés paysannes, transitions agraires et dynamiques écologiques dans le sud-ouest de Madagascar, CNRE-IRD, Antananarivo, 315-325.
- Razafimamonjy ,D. 1987.** Contribution à l'étude de la dynamique du savoka dans la région de Ranomafana-Ifanadiana. Mémoire de DEA, SBA, Université d'Antananarivo. Madagascar, 57p..
- Rowel, A., Moore, P.F. 2000.** Global review of forest fire. WWF, IUCN, 55p..
- Schatz, G.E. 2001.** Flore générique des arbres de Madagascar. Royal Botanical Gardens, Kew & Missouri Botanical Garden, Grande Bretagne, 71-77.
- Schmit, J.P. 1971.** Contribution à l'inventaire des plantes médicinales, Vol V, Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Centre de Tananarive. Madagascar.
- UICN, PNUE, WWF. 1990.** Madagascar, profil de l'environnement. UICN, Gland, Suisse and Cambridge, Great Britain, 439p..
- UNESCO, 1983.** Ecosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique. ORSTOM-UNESCO. Paris, 471p..

V-
PALYNOLOGIE APPLIQUEE

EMISSION POLLINIQUE, PHENOLOGIE DE LA FLORAISON, FACTEURS CLIMATIQUES ET EPIDEMIOLOGIE DES ALLERGIES A ANTSIRABE

RABARISOA Njandrizanany, RAMAVOVOLOLONA

BP 906, Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo

RESUME

Le contenu pollinique de l'atmosphère est de plus en plus étudié grâce à la création de réseau aéropalynologique dans divers endroits du globe. Grâce à l'étude phénologique et à l'utilisation du capteur de HIRST, le calendrier de floraison ainsi que le calendrier pollinique des taxons caractéristiques de la région d'Antsirabe ont été établis. Deux périodes de floraison, correspondant à deux périodes d'émissions polliniques ont été distingués. En aéropalynologie, 16 taxons polliniques sont présents en abondance dans l'atmosphère de la ville d'Antsirabe.

Mots clés : Emission pollinique, Floraison, capteur pollinique, Antsirabe

1. INTRODUCTION

Actuellement, les plantes à pollens allergisants et leur calendrier pollinique sont de plus en plus connues, grâce à la création de réseau de surveillance aérobiologique. Les taxons susceptibles d'être à l'origine des pollinoses peuvent être aussi identifiés en confrontant leur calendrier pollinique avec les données épidémiologiques. Dans la suite des travaux sur les plantes allergènes des hautes terres malgaches, le présent mémoire a été réalisé pour la première fois à Antsirabe dans le but d'établir le calendrier pollinique des principaux taxons de l'atmosphère et d'identifier ceux qui peuvent être à l'origine des pollinoses.

2. METHODES D'ETUDE

2.1- Suivi de la floraison des espèces

Le suivi de la floraison des espèces dont le pollen est susceptible d'être présent dans l'atmosphère a été réalisé. Il s'agit des espèces caractéristiques des groupements végétaux des savanes de la région d'Antsirabe (ANDRIAMITANTSOA, 2006), et celles des plantes de reboisement et ornementales des environs immédiats de la ville d'Antsirabe. L'état de floraison ainsi que le pourcentage des plantes en fleur ont été notés tous les 21 jours, en vue de l'établissement d'un calendrier de floraison.

2.2- Etude aéropalynologique

2.2.1- Principe général de la méthode

Le recueil des pollens de l'atmosphère, à l'aide du capteur volumétrique de HIRST (1952) a été effectué pendant un cycle d'une année (octobre 2004 à septembre 2005). La technique est basée sur l'aspiration d'un volume d'air de 10 litres/minute. L'air aspiré par l'orifice du capteur est directement impacté sur une

bande cellophane enroulé autour d'un tambour dont le prélèvement se fait hebdomadairement RNSA (2006).

2.2.2- Analyses polliniques

La bande de cellophane, déroulée autour du tambour est découpée en 7 segments, correspondant chacun à un recueil de 24 heures. Chaque fragment est monté entre lame et lamelle dans un liquide de montage à base de Mowiol, coloré à la Fushine basique, puis analysée au microscope photonique à l'objectif x 40. La lecture de la lame se fait sur 12 lignes verticales, espacées chacune de 4mm, correspondant à une tranche horaire de 2 heures (Figure 1).

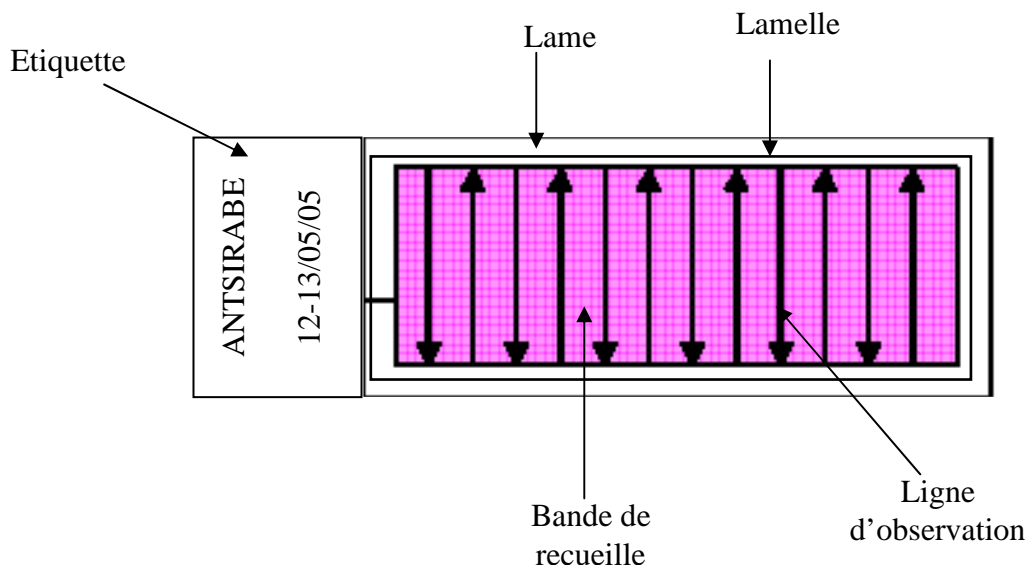


Figure 1 : Méthode de lecture de la lame

Les pollens sont déterminés à différents niveaux : famille, genre, espèces, indéterminés suivant les types polliniques observés. Certains taxons sont rapportés *confer*, lorsqu'ils ressemblent à un type pollinique déjà connu.

2. 2.3- Traitement des données

Le traitement des résultats sur ordinateur a été effectué avec le logiciel EXCEL 2003, permettant d'une part de faire les totalisations diverses et d'autre part l'établissement des différentes courbes.

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1- Calendrier de floraison des espèces de la zone d'étude

La période de floraison de chaque espèce, représentée sous forme de calendrier de floraison, est montrée sur la figure 2. En général, deux périodes de floraison bien distinctes ont été observées à Antsirabe durant l'année (2004- 2005) d'observation :

- La première période, d'octobre à avril, correspond à la saison chaude et pluvieuse où la plupart des Poaceae (sauf *Aristida rufescens*) tels que : *Rhynchelytrum repens*, *Cynodon dactylon*, *Zea mays*, *Panicum brevifolium*, *Oryza sativa*, *Ctenium concinum* et *Hyparrhenia cymbaria*, des Asteraceae comme

Ageratum conyzoides, *Taraxacum officinale*, *Cosmos caudatus*, *Tithonia bipirinata*, une Ericaceae, *Philippia pilosa*, des Cyperaceae et quelques arbres situés dans les formations artificielles de la ville comme *Casuarina equisetifolia*, *Podocarpus sp* et *Ligustrum vulgare* fleurissent.

- La deuxième période, de mai à septembre, caractérisée par une saison fraîche et sèche où la majorité des arbres et des espèces de reboisement (*Cupressus sp*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Pinus Keshya* et *Acacia dealbata*) et certaine espèce forestière telle que *Trema orientalis* sont en fleur.

3.2- Résultats des études aéropalynologiques

3.2.1- Emplacement du capteur

Après prospection, il a été trouvé que la terrasse du bâtiment du Centre de Rééducation Motrice de Madagascar (C.R.M.M) située à une hauteur de 30m du sol répond aux conditions requises pour l'emplacement du capteur. Le bâtiment est situé à Atsinanantsena, du côté Sud-Ouest du centre ville. Ses coordonnées géographiques étant 19°52'21,35" de latitude Sud et 47°014'3,09" de longitude Est. L'appareil a été installé le 06 octobre 2004 à 12 heures.

3.2.2- Diversité pollinique de l'atmosphère

- Composition pollinique

L'analyse pollinique des lames a permis de dénombrer 14015 grains de pollens. Le nombre total des types polliniques recensés pour cette période est de l'ordre de 74, répartis dans 37 familles, 54 genres et 56 espèces. Parmi les 37 familles trouvées, 3 appartiennent aux Gymnospermes, 7 aux Monocotylédones et 27 aux Dicotylédones. Celles les plus représentées en genres sont les Asteraceae (10 genres), les Poaceae (9 genres), les Fabaceae (7 genres) et les Euphorbiaceae (3 genres).

Au cours des observations microscopiques, 3 taxons de moisissures à savoir *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum* et deux taxons de fougères, tels que *Pteridium* et *Polypodium* ont été identifiés dans l'atmosphère de la ville d'Antsirabe.

- Niveau de détermination

Sur les 14015 grains de pollens comptés à Antsirabe (07 octobre 2004 au 06 octobre 2005), 4% sont déterminés au niveau famille, 25% au niveau genre, 48% au niveau espèce 16% sont rapportés confus à différents niveaux, 963 (7%) sont indéterminés et classés en deux groupes : 1% sont intacts et 6% abîmés (Figure 3).

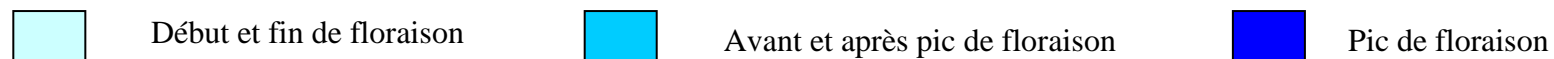
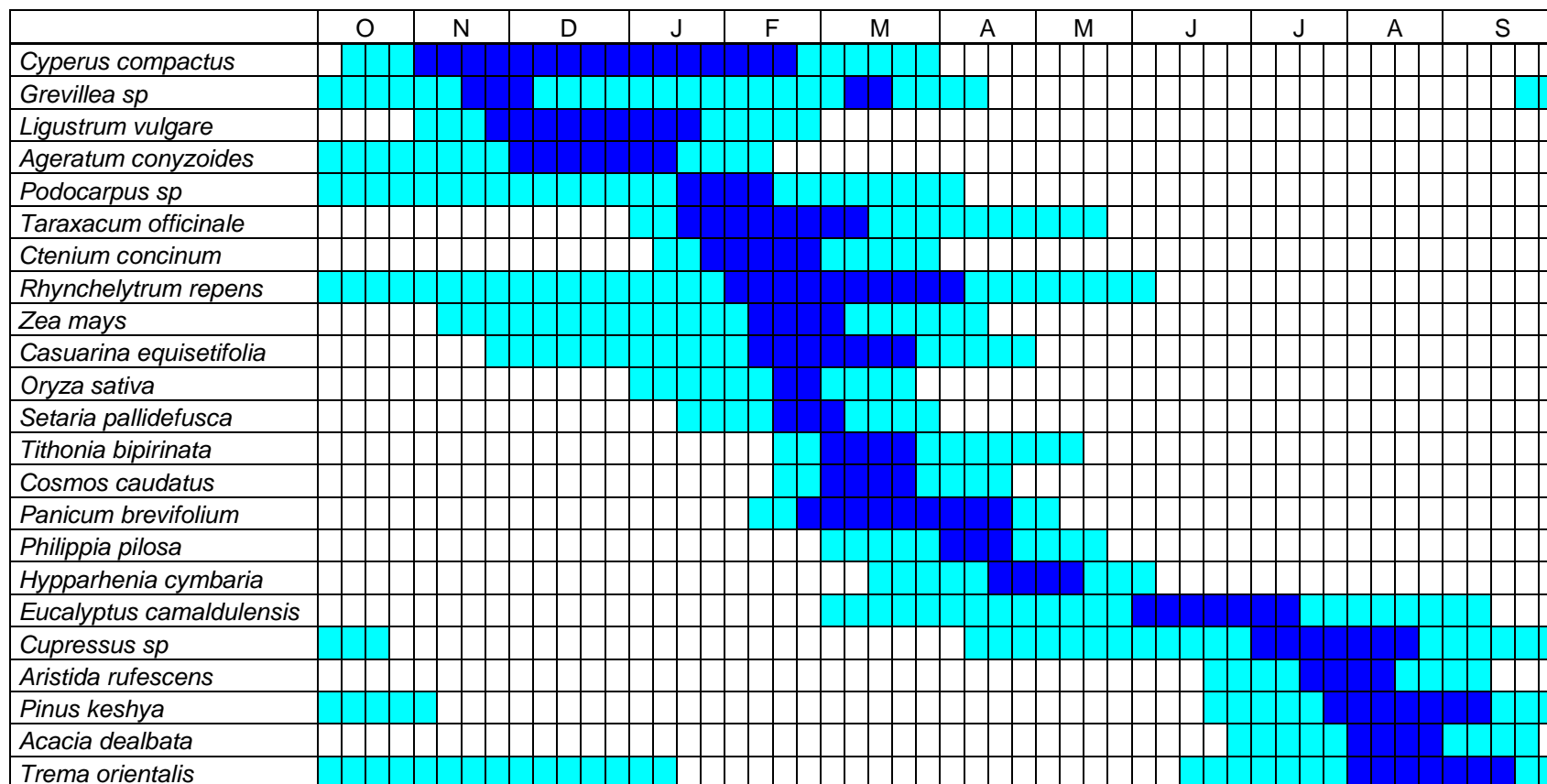


Figure 2 : Calendrier de floraison des espèces caractéristiques de la région d'Antsirabe (Octobre 2004- septembre 2005)

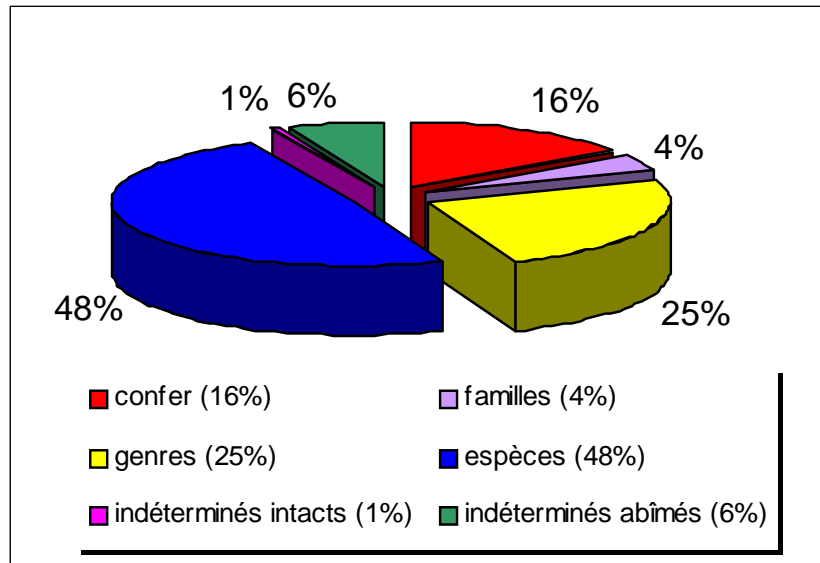


Figure 3: Niveau de détermination des pollens

3.2.3- Spectres polliniques

Les taxons ont été classés en trois groupes d'après le taux de présence global des pollens dans l'atmosphère :

- Les grandes masses sont les taxons dont le taux de présence des pollens est supérieur ou égal à 1%.
- Les taxons ayant un taux de présence compris entre 0,5 et 1%.
- Les taxons avec un taux de présence inférieur à 0,5%.
- Les pollens indéterminés.

- Les grandes masses

Dix neuf (19) taxons polliniques ont un taux de présence en pollens supérieur ou égal à 1%. Ce taux varie de 1,14 à 16,57%. Ils sont représentés dans le tableau 1 dans l'ordre décroissant de leur taux de présence pollinique dans l'atmosphère.

Tableau 1 : Liste et taux de présence des pollens des grandes masses

Taxons	Nombre de pollen	Taux de présence (%)
<i>Trema orientalis</i>	2321	16,57
<i>Rhynchelytrum repens</i>	1737	12,4
<i>Cynodon dactylon</i>	1174	8,38
<i>Cupressus sp</i>	1038	7,41
<i>Pinus sp</i>	878	6,267
<i>Zea mays</i>	784	5,596
<i>cf Panicum sp</i>	691	4,933
<i>Casuarina equisetifolia</i>	690	4,925

<i>Eucalyptus spp</i>	593	4,233
<i>Cyperus spp</i>	505	3,605
Amaranthaceae/Chenopodiaceae	267	1,906
<i>cf Phoenix sp</i>	250	1,785
<i>Philippia sp</i>	228	1,628
<i>cf Psiadia altissima</i>	221	1,578
<i>Podocarpus sp</i>	207	1,478
<i>cf Fabaceae</i>	191	1,363
Euphorbiaceae	188	1,342
<i>cf Ctenium concinum</i>	187	1,335
<i>cf Dodonea viscosa</i>	161	1,149

- Les taxons ayant un taux de présence compris entre 0,5 et 1%

Un seul taxon à savoir *cf Ageratum conyzoides* possède un taux de présence (0,728%) comprise entre 0,5 et 1%. A Antsirabe, les pollens de cette espèce sont abondants dans l'atmosphère d'octobre à janvier. La plante pousse dans les champs et dans les bas fonds humides. Elle est reconnaissable par son capitule de couleur violet.

- Les taxons ayant un taux de présence inférieur à 0,5%

A part les grandes masses, d'autres taxons polliniques appartenant à diverses familles ont été rencontrés dans les préparations. Leur taux de présence est relativement faible par rapport à celui des grandes masses mais ne sont pas toutefois négligeables (Tableau 2).

Tableau 2 : Liste des taxons ayant un taux de présence inférieur à 0,5%

Taxons	Nombre de pollen	Taux de présence (%)
<i>Aristida rufescens</i>	57	0,407
<i>cf Acalypha sp</i>	44	0,314
<i>Ligustrum vulgare</i>	44	0,314
<i>cf Urelytrum squamosum</i>	43	0,307
<i>cf Eragrostis tenella</i>	39	0,278
<i>cf Oryza sativa</i>	37	0,264
<i>cf Mariscus sp</i>	33	0,236
<i>cf Helychrysum sp</i>	31	0,221
Capparidaceae	29	0,207
<i>Dombeya sp</i>	29	0,207
<i>Acacia dealbata</i>	25	0,178
Asteraceae	20	0,143
<i>cf Fraxinus sp</i>	17	0,121
Malvaceae	16	0,114
<i>cf Tephrosia sp</i>	14	0,1

<i>cf Vitis sp</i>	13	0,093
<i>cf Platanus sp</i>	12	0,086
<i>Psidium guajava</i>	10	0,071
<i>cf Solanum tuberosum</i>	9	0,064
cf Liliaceae	9	0,064
cf Tiliaceae	9	0,064
<i>Taraxacum officinale</i>	8	0,057
<i>cf Crotalaria sp</i>	7	0,05
<i>cf Maesa lanceolata</i>	7	0,05
Acanthaceae	6	0,043
<i>cf Tithonia sp</i>	6	0,043
Lauraceae	6	0,043
<i>cf Malus sylvestris</i>	5	0,036
<i>cf Prunus sp</i>	5	0,036
<i>Mimosa pudica</i>	5	0,036
<i>cf Grewia sp</i>	4	0,029
Combretaceae/Melastomataceae	3	0,021
cf Agavaceae	3	0,021
<i>cf Emilia ascendens</i>	3	0,021
<i>cf Parietaria sp</i>	3	0,021
Sapindaceae	3	0,021
<i>cf Daucus carota</i>	3	0,021
<i>cf Liliium sp</i>	2	0,01
<i>cf Rumex acetosa</i>	2	0,014
Arecaceae	1	0,007
<i>cf Amaryllis sp</i>	1	0,007
<i>cf Bidens pilosa</i>	1	0,007
<i>cf Cosmos sp</i>	1	0,007
cf Ranunculaceae	1	0,007
<i>cf Uapaca bojeri</i>	1	0,007
<i>Acacia sp</i>	1	0,007
Loranthaceae	1	0,007
<i>Mimosa sp</i>	1	0,007
cf Pedaliaceae	1	0,007
<i>Tridax procumbens</i>	1	0,007
<i>cf Phyllanthus sp</i>	1	0,007
<i>cf Terminalia sp</i>	1	0,007
<i>Vernonia sp</i>	1	0,007

3.2.4- Les pollens indéterminés

Les pollens indéterminés représentent 6,86% des pollens de l'atmosphère d'Antsirabe. Ils sont groupés en deux classes, les abîmés au nombre de 892 (6,36%) et les pollens intacts non identifiés au nombre de 71 (0,507%).

3.2.5- Regroupement des pollens par type biologique

La répartition des pollens par type biologique est représentée sur le tableau 3. Les pollens des taxons ligneux représentent 54% des pollens pris en compte contre 46% pour ceux des herbacées.

Tableau 3: Répartition des pollens par type biologique

SAISONS	A	H	A/H
Saison chaude et humide	29%	71%	0,41
Saison fraîche et sèche	99%	1%	99
Saison chaude et humide + saison fraîche et sèche	54%	46%	1,17

Soixante onze (71) % du total des pollens d'herbacées captés sont émis dans l'atmosphère durant la saison chaude et humide contre 1,32% en saison froide, représentés essentiellement par *Aristida rufescens*. Les pollens des taxons ligneux sont pour la majorité ceux de *Trema orientalis*, *Cupressus sp* et *Pinus sp*. En saison chaude et humide, le pourcentage de pollens émis dans l'atmosphère est de 29% et atteint 99% en saison sèche.

Le résultat du rapport A/H montre qu'en saison chaude et humide, il est inférieur à 1. Par contre, en saison fraîche et sèche sa valeur est nettement supérieure à 1. Annuellement, la valeur de A/H est aussi supérieure à 1.

3.3. Calendrier pollinique

La variation hebdomadaire de la concentration pollinique a été considérée dans un premier temps au niveau global, puis des Poaceae, des grandes masses et des pollens indéterminés.

➤ Calendrier pollinique hebdomadaire global

Le calendrier pollinique global (Figure 4) montre la présence permanente de pollens dans l'atmosphère avec des variations notables au cours de l'année d'observation.

Le maximum d'émission pollinique est observé au mois de mars (S12) avec une valeur de 312 grains de pollens/m³ d'air. Par contre, le plus faible taux de présence de pollens dans l'air est enregistré en juin (S24 et S26) avec 51 grains de pollens/m³ d'air. Néanmoins, la concentration pollinique augmente à partir du mois de juillet (S27) jusqu'en fin mars (S19). D'autres valeurs élevées de la concentration pollinique ont été notées en septembre (S37) avec 237 grains de pollen/m³ d'air, en novembre (S47) avec 258 grains de pollen/m³ d'air et en janvier (S02) avec 245 grains de pollen/m³ d'air.

➤ Calendrier pollinique hebdomadaire des Poaceae

Compte tenu de la superficie occupée par les Poaceae dans la région d'Antsirabe, de leur diversité et de leur importance en allergologie, leur calendrier pollinique global a été particulièrement considéré. Les pollens de Poaceae sont présents dans l'atmosphère presque toute l'année avec une variation assez régulière. Leur taux de présence dans l'air est de 33, 89% du total des pollens captés au cours de l'année d'étude. La variation de la concentration pollinique des graminées est montrée sur la figure 5.

L'émission pollinique augmente progressivement à partir du mois d'octobre (S40) jusqu'en mars où la concentration est maximale. Le pic pollinique correspondant à une valeur de 175 grains de pollens/m³ d'air.

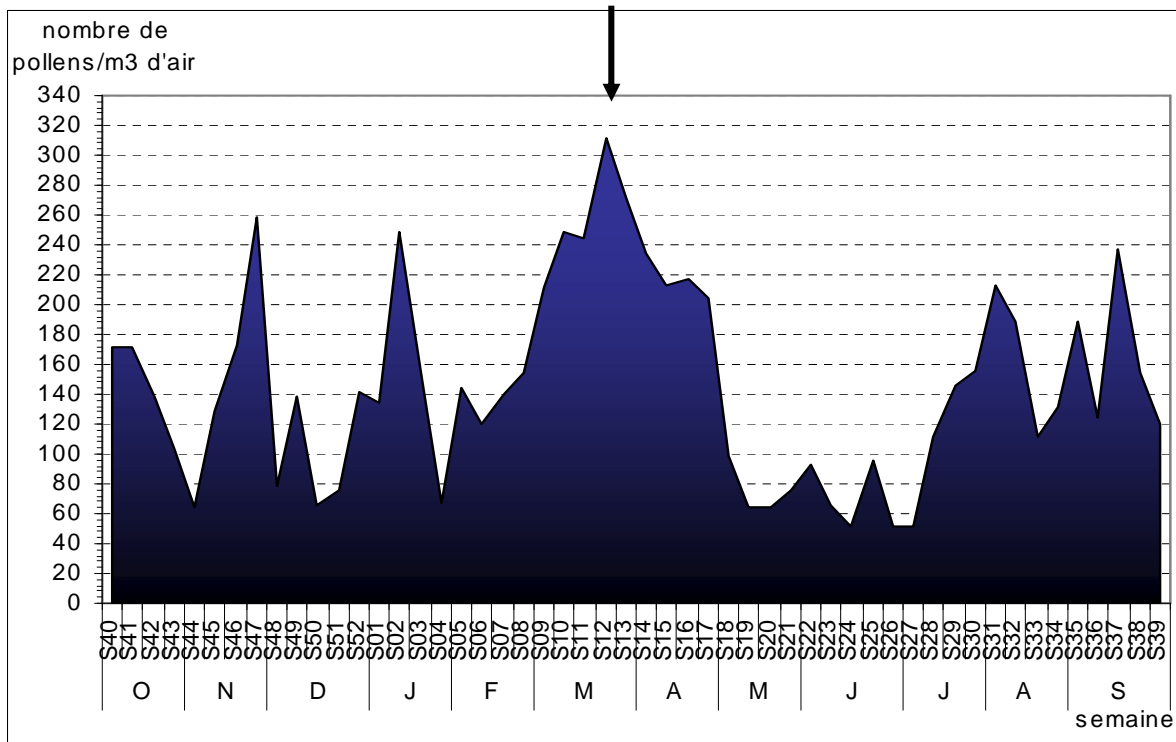


Figure 4 : Calendrier pollinique hebdomadaire global

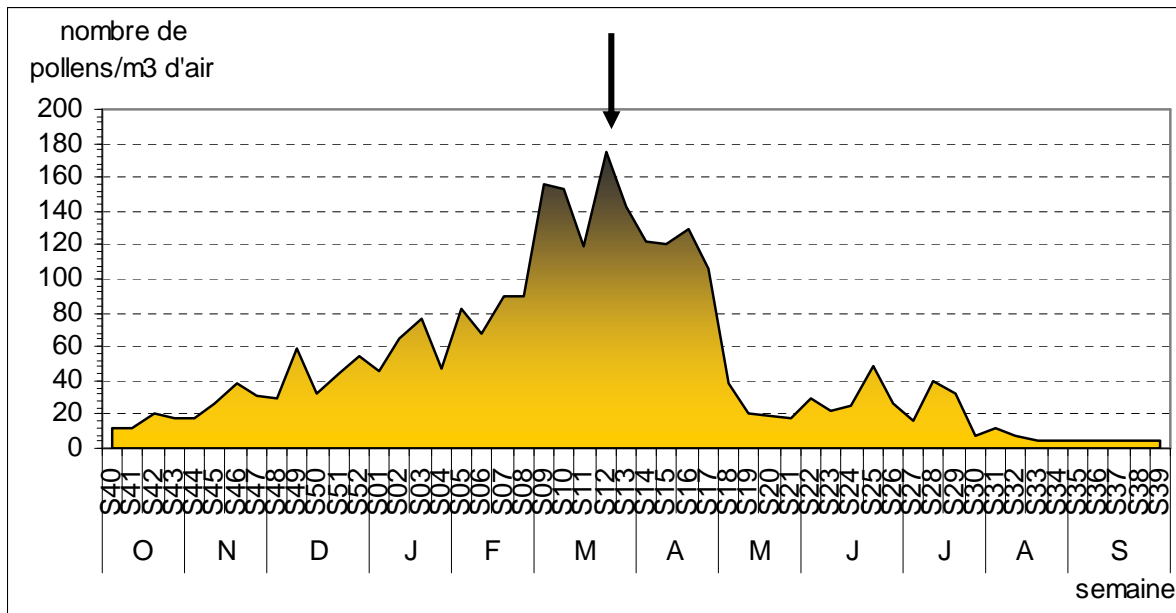


Figure 5 : Calendrier pollinique hebdomadaire des POACEAE

➤ *Calendrier pollinique des grandes masses*

Le calendrier pollinique des grandes masses a été résumé dans le tableau 4. Ce calendrier est basé sur l'échelle de concentration pollinique de ROJAS et al (2001), illustré par les couleurs d'intensité croissant (Tableau 4).

Tableau 4 : Calendrier pollinique des grandes masses

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Rhynchelytrum repens</i>	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue
<i>Cynodon dactylon</i>	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue
<i>Zea mays</i>	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue
<i>cf Panicum brevifolium</i>	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
<i>cf Ctenium concinum</i>	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
<i>cf Psadia altissima</i>	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
<i>Cyperus spp</i>	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue
<i>Philippia sp</i>	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
<i>Trema orientalis</i>	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
<i>Podocarpus sp</i>	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
<i>Cupressus sp</i>	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue
<i>Eucalyptus spp</i>	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue
<i>Pinus sp</i>	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue
<i>cf Dodonea viscosa</i>	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
<i>cf Phoenix sp</i>	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue



< 5 grains/m3 d'air



[5 10] grains/m3 d'air



[10 25] grains/m3 d'air



[25 50] grains/m3 d'air



[50 100] grains/m3 d'air



[100 500] grains/m3 d'air

Ce tableau montre 2 périodes d'émissions polliniques, la première d'octobre à avril correspondant à la floraison des Poaceae, des Cyperaceae et de *Casuarina equisetifolia*, *Podocarpus sp*, *cf Phoenix sp*. La deuxième, de mai à septembre où la plus part des taxons de reboisement tels que *Pinus sp*, *Eucalyptus spp*, *Cupressus sp* ainsi que *cf Dodonea viscosa*, *Trema orientalis*.

5.4- Calendrier pollinique par tranche horaire global (Figure 6)

Pour l'ensemble des taxons, la courbe de variation par tranche horaire est représentée sur la figure 6. Les pollens sont présents dans l'atmosphère de la ville d'Antsirabe à toutes heures de la journée. Néanmoins, la concentration en pollen de l'air est élevée de 10 heures du matin à 16 heures de l'après midi avec respectivement 182 et 201 grains/m³ d'air. Le maximum de pollens de 201 grains/m³ d'air est enregistré à 14 heures tandis que le minimum (116 grains/m³ d'air) de pollens s'observe à 0 heures.

5.5- Calendrier pollinique par tranche horaire des Poaceae

La figure 7 montre que les mêmes variations ont été observées pour les pollens de graminées. Les pollens sont présents à toute heure de la journée. La période maximale journalière se situe entre 10 à 16 heures. Le maximum de pollen enregistré est à 14 heures avec 125 grains/m³ d'air.

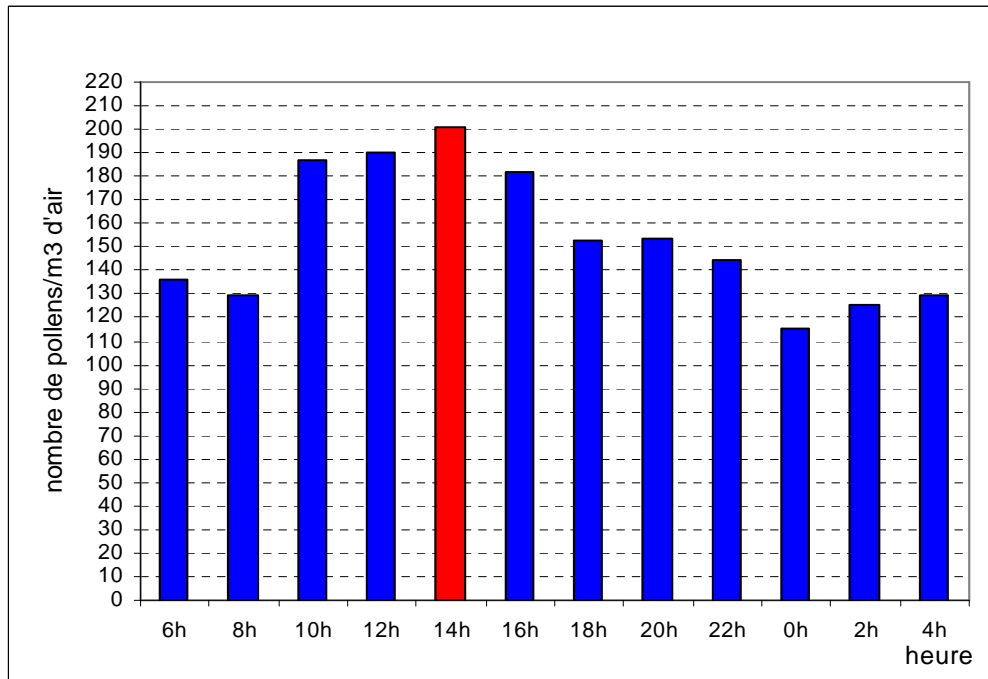


Figure 6 : Calendrier pollinique par tranche horaire global

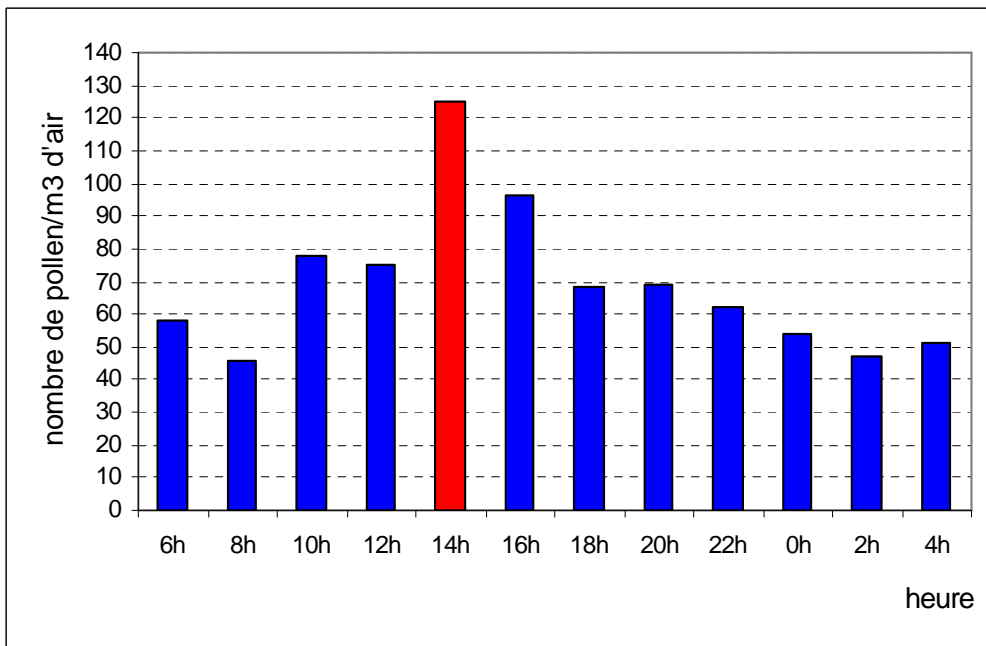


Figure 7 : Calendrier pollinique par tranche horaire des Poaceae

5.6- Calendrier pollinique par tranche horaire des grandes masses

Les taxons polliniques se trouvant en grandes masses dans l'atmosphère ont des pics polliniques différents au cours de la journée. Ces pics ont été groupés dans les intervalles d'heures suivants:

- 6 à 12 heures
- 14 à 20 heures
- 22 à 4 heures

Les taxons dont les pics polliniques ont lieu entre 6 à 12 heures sont montrés sur la figure 8. Ils sont au nombre de huit (8) dont *Cynodon dactylon*, *Cyperus spp* et *Cupressus sp* à émission maximale à 10 heures avec des concentrations polliniques respectives de 5, 3 et 24 grains/m³ d'air. Pour les cinq (05) autres taxons, *Casuarina equisetifolia* (30 grains/m³ d'air), cf *Phoenix sp* (12 grains/m³ d'air), *Eucalyptus spp* (5 grains/m³ d'air), cf Fabaceae (3 grains/m³ d'air) et cf *Ctenium concinum* (2 grains/m³ d'air), leur pic est enregistré à 12 heures.

Les taxons à pics polliniques compris entre 14 à 20 heures sont représentés sur la figure 9. En général, le pic pollinique des taxons est enregistré à 14 heures (Figure 9) sauf pour *Zea mays* qui s'observe à 16 heures et celui de *Podocarpus sp* et cf *Dodonea viscosa* à 20 heures. La concentration pollinique maximale est celle de *Pinus sp* (18 grains/m³ d'air) suivi par *Rhynchelytrum repens* (10 grains/m³ d'air) puis *Podocarpus sp* (9 grains/m³ d'air), *Zea mays* (7 grains/m³ d'air), cf *Dodonea viscosa* (5 grains/m³ d'air), cf *Psiadia altissima* (3 grains/m³ d'air) et les Amaranthaceae/Chenopodiaceae (2 grains/m³ d'air).

La figure 10 montre les taxons à pics polliniques compris entre 22 à 4 heures. Trois (03) pics de taxons à savoir *Trema orientalis*, *Philippia sp* et les Euphorbiaceae s'observent à 22 heures, correspondant respectivement à quatorze (14), deux (2) et trois (3) grains/m³ d'air. Pour cf *Panicum sp*, le maximum de pollens par tranche horaire qui est de 5 grains/m³ d'air ne s'enregistre qu'à 4 heures du matin.

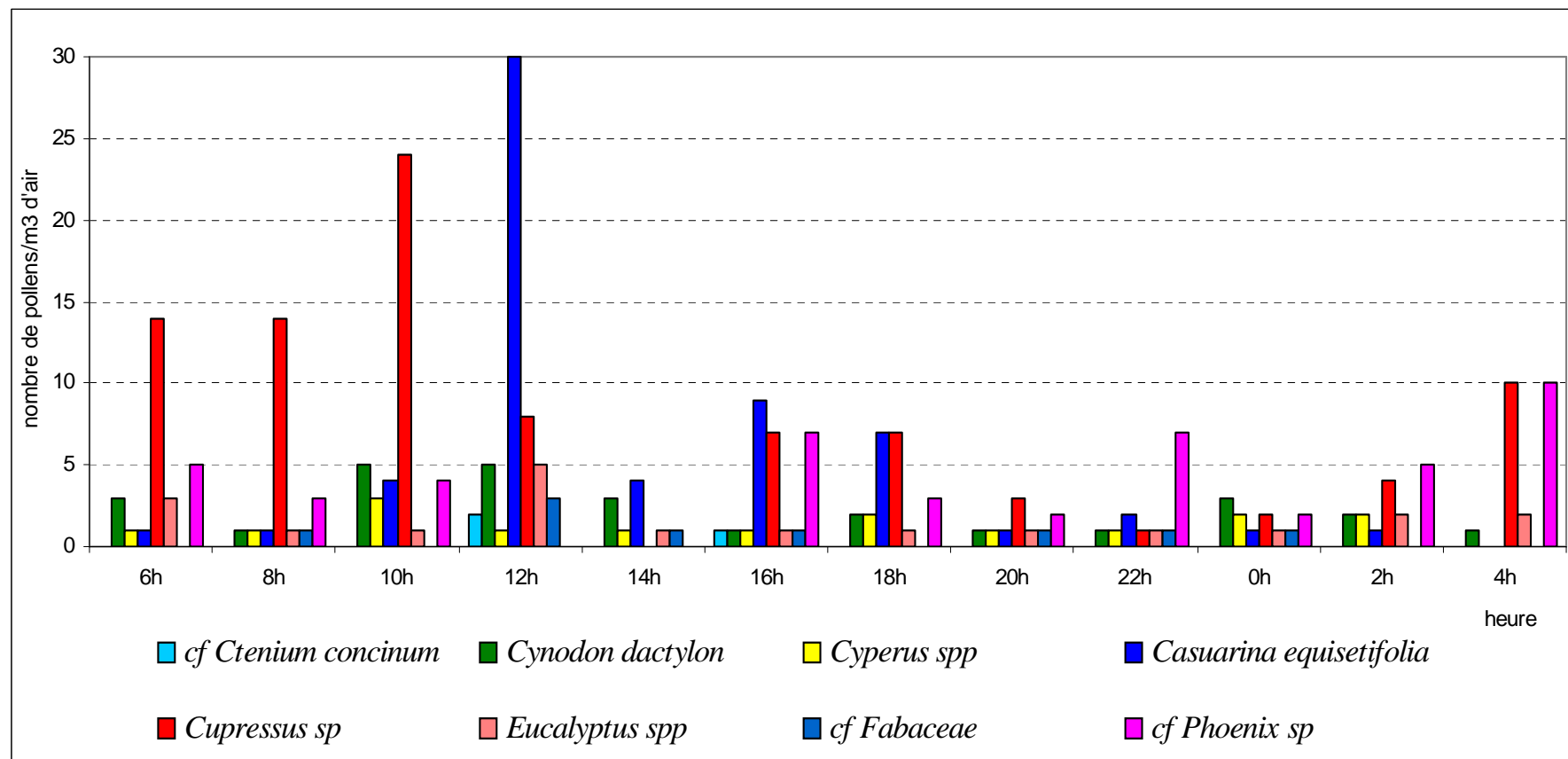


Figure 8 : Calendrier pollinique par tranche horaire des taxons ayant un pic entre 6 et 12 heures

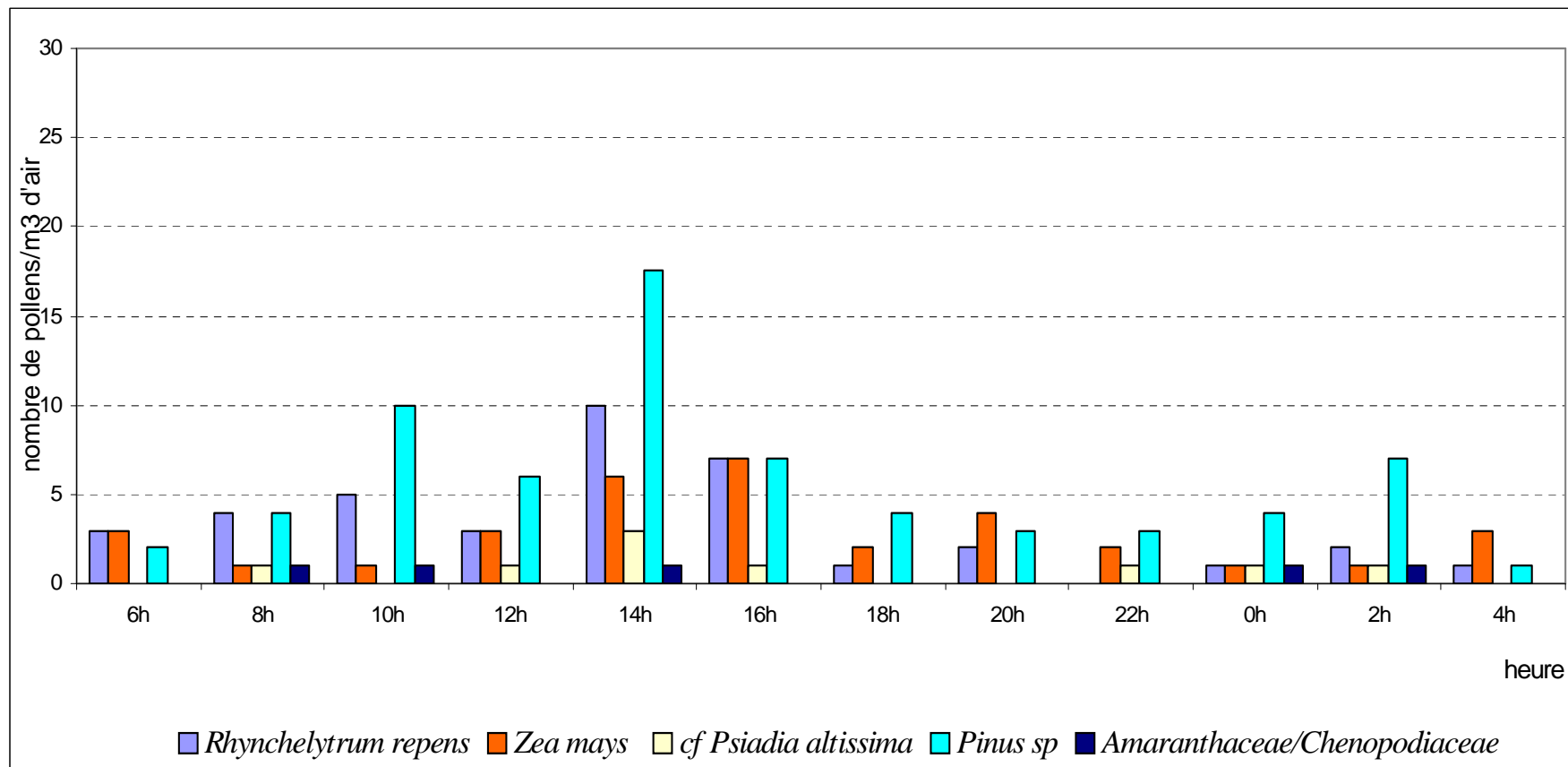


Figure 9: Calendrier pollinique par tranche horaire des taxons ayant un pic entre 14 et 20 heures

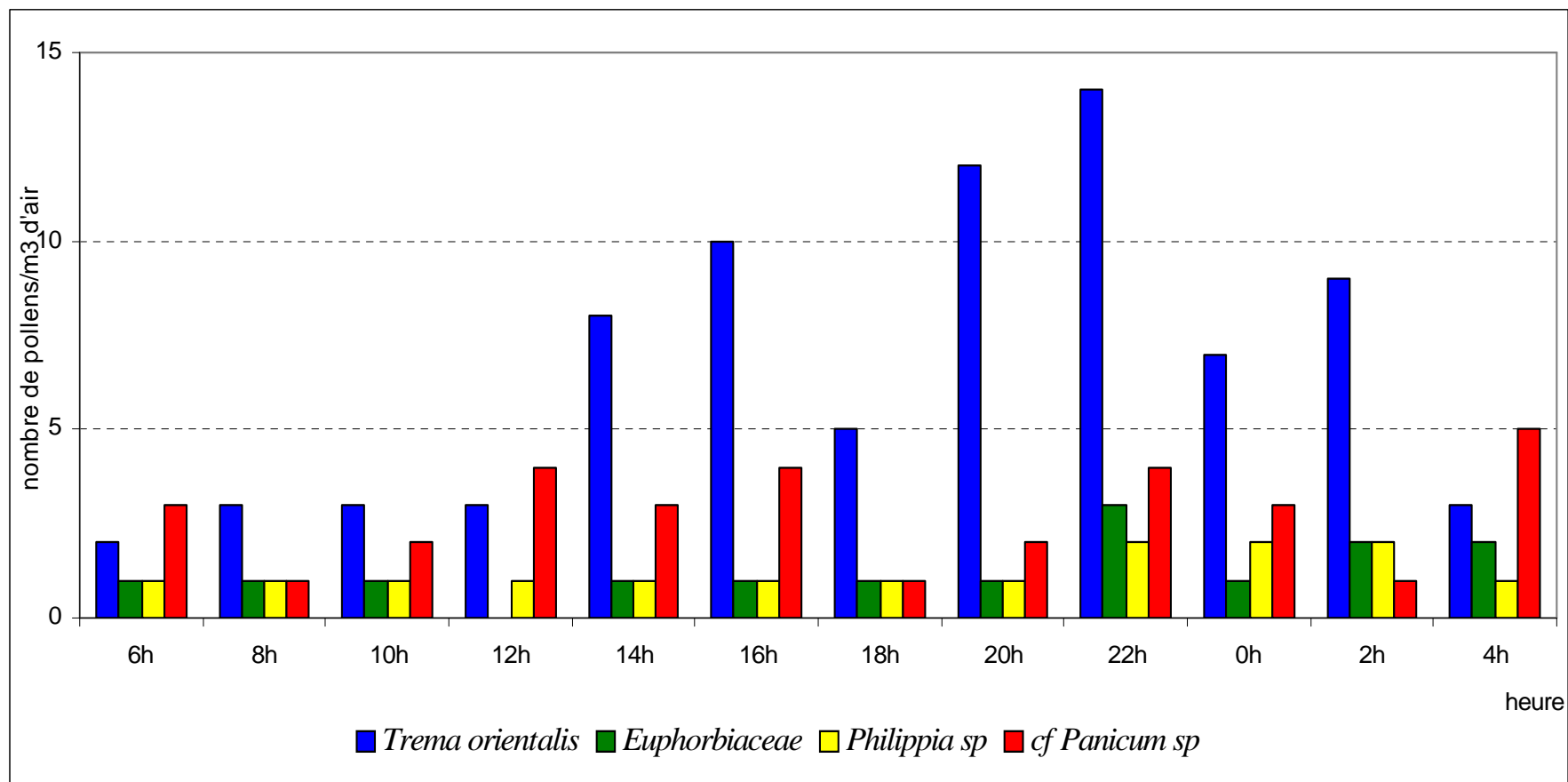


Figure 10: Calendrier pollinique par tranche horaire des taxons ayant un pic entre 22 et 4 heures

6. DISCUSSIONS

- L'ensemble des études phénologiques et aéropalynologiques a permis d'obtenir le calendrier de floraison des espèces caractéristiques de la zone d'étude, montrant 2 périodes de floraison. - Les calendriers polliniques hebdomadaires et par tranche horaire. Certains calendriers polliniques hebdomadaires des taxons montre des variations particulières de la concentration pollinique conditionnées par les paramètres écologiques, biologiques.

- Concernant les calendriers polliniques par tranche horaire, ils montrent la présence des pollens dans l'atmosphère à toutes heures de la journée.

En général, la floraison des plantes est surtout conditionnée par la lumière (DUMAS, 1984), la variation de la température et les mouvements de turbulence de l'atmosphère (EMBERLIN et al, 1997). Selon TAKAHASHI et al, 1993, sous l'effet de la diminution de la température, certains arbres fleurissent en fin de journée.

- Le calendrier pollinique par tranche horaire des POACEAE est plus ou moins conforme à celui trouvé par NORRIS-HILL (1999). En effet, les pollens des graminées se trouvent en grande quantité dans l'atmosphère de 10 à 16 heures à Antsirabe, alors qu'en Europe, ils s'y trouvent au maximum de 9 à 16 heures.

7. CONCLUSION

Les recherches phénologiques et aéropalynologiques réalisées au cours de l'année 2004- 2005 ont permis de trouver une relation exacte entre la floraison des espèces présente sur le site et les pollens des taxons captés dans l'atmosphère. En effet, 2 saisons de floraison, correspondant à 2 saisons pollinique ont été identifiées : la première d'octobre à avril, avec la floraison et l'émission pollinique des espèces herbacées, notamment les GRAMINEAE et les ASTERACEAE.

Le calendrier pollinique par tranche horaire montre la présence en maximum des pollens dans l'atmosphère à 14 heures. Cette présence est généralement influencée par la lumière et la température.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Andriamitantsoa, T. (2006) - Phytoécologie et identification des principales espèces productrices de pollens de la région d'Antsirabe. Mémoire de D.E.A. Option Palynologie Appliquée, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, 89p.

Dumas, C. (1984) - La fleur: données physiologiques et rappels morphologiques concernant la fleur et l'inflorescence. In Pollinisation et productions végétales. Ouvrage collectif dirigé par P. PESSON et J. LOUVEAUX, INRA, Paris: 73-95.

- Emberlin, J., Mullins, J., Millington, W., Brooke, M., Savage, M. & Jones, S. (1997)** - The trend to earlier Birch pollen seasons in the U.K.: A biotic response to changes in weather conditions. In *Grana* 36: 29- 33.
- Hirst, J.M. (1952)** - An automatic volumetric spore trap. *Ann. Appl. Biol.*, 39: 257-265.
- Norris-HILL, J. (1999)** - The diurnal variation of poaceae pollen concentration in a rural area. In *Grana* 38: 301- 305.
- Réseau Nationale de Surveillance Aérobiologique (RNSA) (2006)** - Guide de fonctionnement d'un site de recueil pollinique. Chemin de Gardes 69610 Saint Genis l'Argentière, Version A, 23p.
- Rojas.Villegas, G. & Roure Nolla, J.M. (2001)** - Atmosphéric pollen in Santiago, Chile. In *Grana* 40: 126-132.
- Takahashi, Y., Nagoya, T., Watanabe, M., Inouye, S., Sagagushi, M. & Katagiri, S. (1993)** - A new method of counting airborne Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) pollen allergen by immunoblotting. *Allergy* 48: 94-

ETUDE PRELIMINAIRE DES EFFETS DE LA POLLUTION DE L'AIR SUR LES POLLENS A ANTANANARIVO

RAKOTOVAO, Z. ANDRIAMITANTSOA, T. LETSARA, R.
RAMAMONJISOA, R. RAMAVOVOLOLONA

B.P 906. Département de Biologie et Ecologie Végétales. Faculté des Sciences. Université d'Antananarivo.

RESUME

Dans le but de déterminer les effets de la pollution de l'air sur les pollens d'Antananarivo, des pollens natifs ont été exposés pendant 6 heures dans le tunnel d'Ambohidahy. Des modifications ont été observées chez certaines espèces étudiées après observation au MEB. Ces modifications peuvent être un décollement de l'exine, une modification plus ou moins importante de la forme du pollen, de l'ornementation ou de la résistance de l'exine.

Mots clés : pollen, pollution

1. INTRODUCTION

La pollution de l'air en milieu urbain figure parmi les facteurs favorisant l'accroissement de l'allergie et les problèmes respiratoires affectant au moins 10 à 30% de la population du globe. Des études ont montré que les particules émises par les moteurs Diesel stimulaient la production des anticorps responsables de l'allergie au niveau de la muqueuse nasale humaine et pourraient être des transporteurs d'allergènes. (Takenada et *al.*, 1995 ; Wallaert, 1998)

Par ailleurs, il a été montré que les pollens sont des biomarqueurs de la pollution de l'air.

Les pollens se chargent de polluants tels que les particules d'hydrocarbures et des fumées qui fragilisent l'enveloppe pollinique et la libération des allergènes (Peltre, 1998)

Dans le présent travail, les effets des polluants atmosphériques sur les pollens ont été étudiés pour la première fois à Antananarivo, ville reconnue pour sa forte pollution (INSTN, 2005). Une étude comparative au MEB de la morphologie des pollens natifs et des pollens ayant été exposés à la pollution, a été entreprise.

2. METHODES D'ETUDE

2.1. Choix et récoltes des matériels

Huit (8) espèces de plantes cultivées et rudérales parmi les plus représentées dans la région d'Antananarivo ont été choisies pour cette étude : *Cosmos sp*, *Taraxacum officinale*, *Tithonia sp*, de la famille des Asteraceae, *Oryza sativa* (2 variétés), *Rhynchelytrum repens*, *Zea mays*, appartenant à la famille des Poaceae, *Acacia parvillei* de la famille des Mimosoideae,

Cryptomeria japonica de la famille des Taxodiaceae et *Cupressus sp* de la famille des Cupressaceae.

Les pollens ont été récoltés directement in vivo pour *Oryza sativa* et au laboratoire à partir d'inflorescences ou de fleurs collectées pour cet effet pour les autres taxons. Les pollens ont été séchés à l'étuve à 40°C et conservés au congélateur.

2.2. Préparations des pollens pour l'exposition à la pollution

Soixante quinze milligrammes (75mg) de pollens natifs ont été prélevés pour chaque espèce choisie, mis dans des sachets en tissu monochron à maille très fine (100µm) et exposés à la pollution de l'air pendant une durée de 6 heures à l'intérieur du tunnel d'Ambohidahy.

- **Travaux au MEB**

Pour mettre en évidence l'action de la pollution sur les pollens, une étude comparative de la morphologie des pollens natifs avec celle des pollens pollués a été effectuée au microscope électronique à balayage (MEB) permettant d'obtenir des images de la surface des pollens à un très fort grossissement allant jusqu'à X 40.000.

- **Préparation du matériel**

La méthode de déshydratation au point critique (LEWIS et NEMANIC, 1973) a été utilisée afin d'obtenir des grains de pollen bien gonflés avec leur forme réelle.

- **Prises de vues**

Elles ont été réalisées aux grossissements suivants :

- Pour la vue générale des pollens : X 500
- Pour les photos de pollens à différentes vues (vue polaire et vue équatoriale) et pour les détails de l'exine (ornementations, coupe) : X 20.000 à 40.000

Pour chaque espèce, les photos ont été effectuées pour les pollens natifs (Annexe I) et les pollens pollués.

3. RESULTATS

Les figures 1 à 17 de la planche I montrent la morphologie des pollens des taxons étudiés tandis que celles de la planche II montrent les aspects des pollens pollués observés au MEB. La comparaison de la morphologie des 2 séries de photos polliniques ont permis de dégager les faits suivants après exposition à la pollution.

- *Cosmos sp* (Asteraceae) (figure 1) : cassure des pollens, décollement de l'exine du cytoplasme ; modification de la surface de l'exine au niveau de la base des épines.
- *Taraxacum officinale* (Asteraceae) (figures 2 et 3) : modification de l'exine qui se craquelle au niveau des lacunes ou « fenêtres »
- *Tithonia sp* (Asteraceae) (figures 4 et 5) : cassure des pollens, exine complètement décollée du cytoplasme ; modification au niveau de la surface de l'exine ; modification de l'ornementation.
- *Acacia pervillei* (Fabaceae) : pas de modification notable ni au niveau de la forme de la polyade ni au niveau de l'exine.
- *Oryza sativa* (Makalioka, Poaceae) : pas de modification notable ni de la forme du pollen ni de l'exine.
- *Oryza sativa* (Tsemaka, Poaceae) (figure 6) : pollens légèrement déformés, pas de modification de l'exine
- *Rhynchelytrum repens* (Poaceae) (figure 7) : pollens très déformés ; déprimés.
- *Zea mays* (Poaceae) (figure 11) : pollens fortement déformés.
- *Cupressus sp.* (Cupressaceae) (figures 8,12) : cassure des pollens ; exine décollée du cytoplasme.
- *Cryptomeria japonica* (Taxodiaceae) (figures 9,10) : aspect légèrement déprimé d certains grains ; cassure des grains et décollement de l'exine du cytoplasme.

4. DISCUSSIONS

Les photos obtenues au MEB ont permis de voir les effets de la pollution atmosphérique sur les pollens après 6h d'exposition.

- une modification plus ou moins importante de la forme du pollen
- une modification de la résistance de l'exine qui se traduit par une cassure plus ou moins importantes des grains de pollen ou une craquelure de la paroi du pollen
- un décollement plus ou moins complet de l'exine
- une modification au niveau de l'ornementation pour certaines espèces.

De telles indices expliqueraient au moins en partie le taux élevé des allergies observés à Antananarivo par rapport aux autres villes telles que Antsirabe et Ambatondrazaka (Raharimanana, 2006).

Des études avec différentes durées d'exposition des pollens et à différents endroits devraient être envisagées dans l'avenir.

5. CONCLUSION

Dans cette étude, les effets de la pollution ont pu être montrés sur des pollens exposés pendant une durée de 6 heures. Les impacts de la pollution varient en fonction des espèces, voire au niveau des variétés (cas de *Oryza*

sativa). Les effets de la pollution sur la morphologie pollinique ont été les suivantes :

- modification de la forme générale du pollen
- un changement de la structure et de la résistance de l'exine qui apparaît fragilisé (cas de *Tithonia sp*, *Cosmos sp*, *Cryptomeria japonica*) ; souvent l'exine se décolle du cytoplasme, l'ornementation montre une altération en surface (*Tithonia*, *Cryptomeria*, *Taraxacum*)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Hildago, P. J. ; Gala, C. ; Domiguez, E. 1999. Pollen production of the genus *Cupressus* – Grana 38 – Taylor and Francis – pp 296 – 300

Lewis, E. et Nemanic, M. 1973 – Critical point drying techniques in scanning electron microscopy. 193 – *Proc. 6th Ann Elect. Micro. Symp.*, II T Res. Inst. Chicago, Ill., USA, pp. 767 - 774

Peltre, G.. 1998 - Interrelation entre les pollens allergisants et la pollution de l'air. *Allergie et Immunologie*, Vol. XXX n° 10.

Raharimanana, M. V. 2006 - Les espèces productrices de pollens susceptibles d'être à l'origine des pollinoses dans la région d'Antananarivo. Mém. DEA en Palynologie Appliquée, Univ. Antananarivo, Fac des Sciences, 99p.

<http://www.instat.mg> Statistique de la population de Madagascar (2005).

ANNEXES

PLANCHE I

1. *Cosmos sp* : vue polaire, tubes polliniques
2. *Cosmos sp* : exine échinulée, base des épines perforée
3. *Tithonia sp* : vue polaire
4. *Taraxacum officinale* : pollen entier, exine fenestrée
5. *Taraxacum officinale* épines supratactales
6. *Acacia pervillei* : vue d'ensemble de la polyade
7. *Acacia pervillei* : vue de détail de 2 monades
8. *Oryza sativa* : pollen entier, annulus et opercule
9. *Oryza sativa* : surface de l'exine
10. *Rhynchelytrum repens* : pollen entier, annulus et opercule
11. *Rhynchelytrum repens* : surface de l'exine

- 12. *Zea mays* : pollen entier, annulus et opercule
- 13. *Zea mays* : surface de l'exine
- 14. *Cupressus sp* : vue d'ensemble, pollen inaperturé
- 15. *Cupressus sp* : pollen en germination avec granules à la surface
- 16. *Cryptomeria japonica* : vue d'ensemble, pollen inaperturé
- 17. *Cryptomeria japonica* : exine avec granulation, pédoncule recourbé

ANNEXE I : Planche photos de pollens natifs (PLANCHE I)

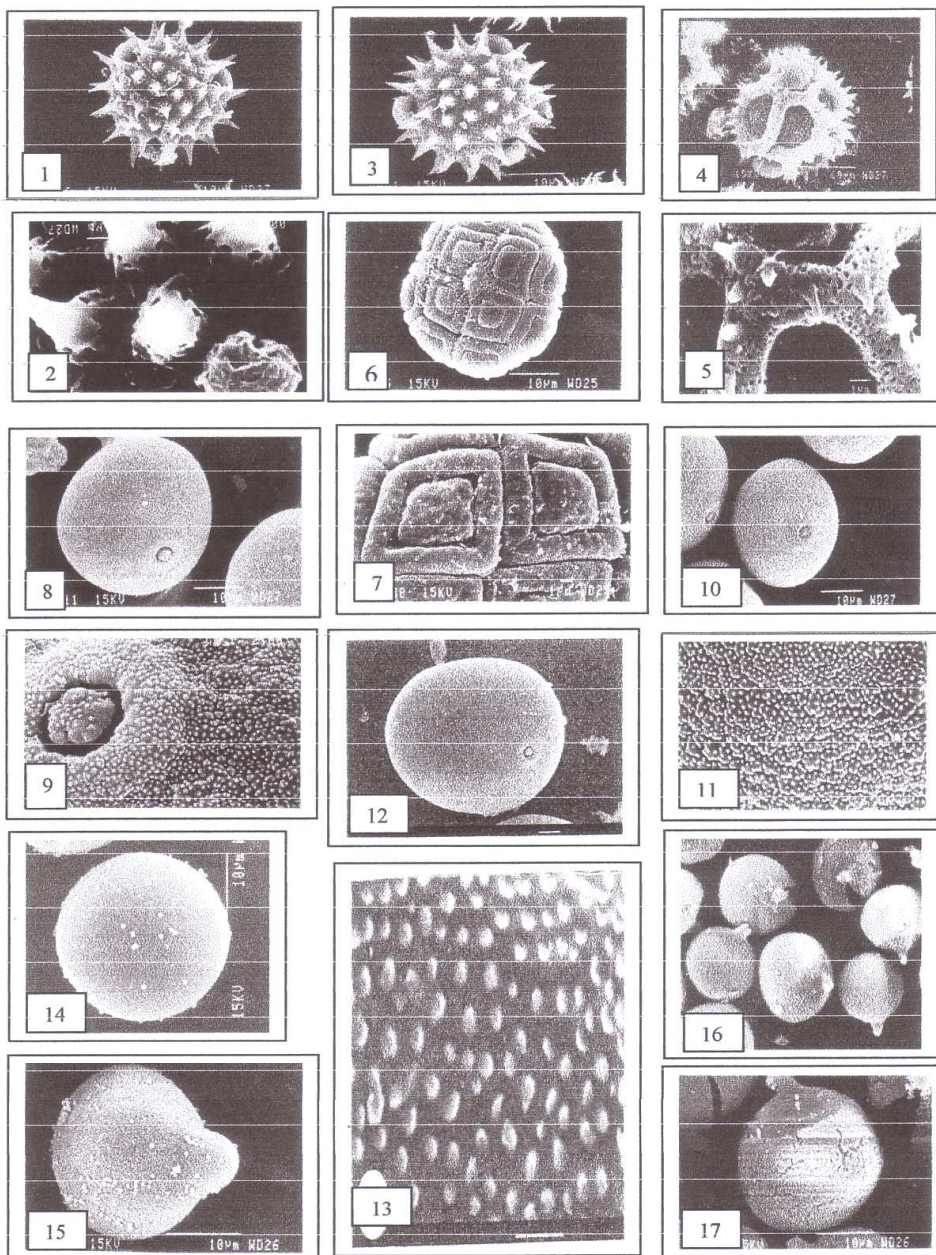
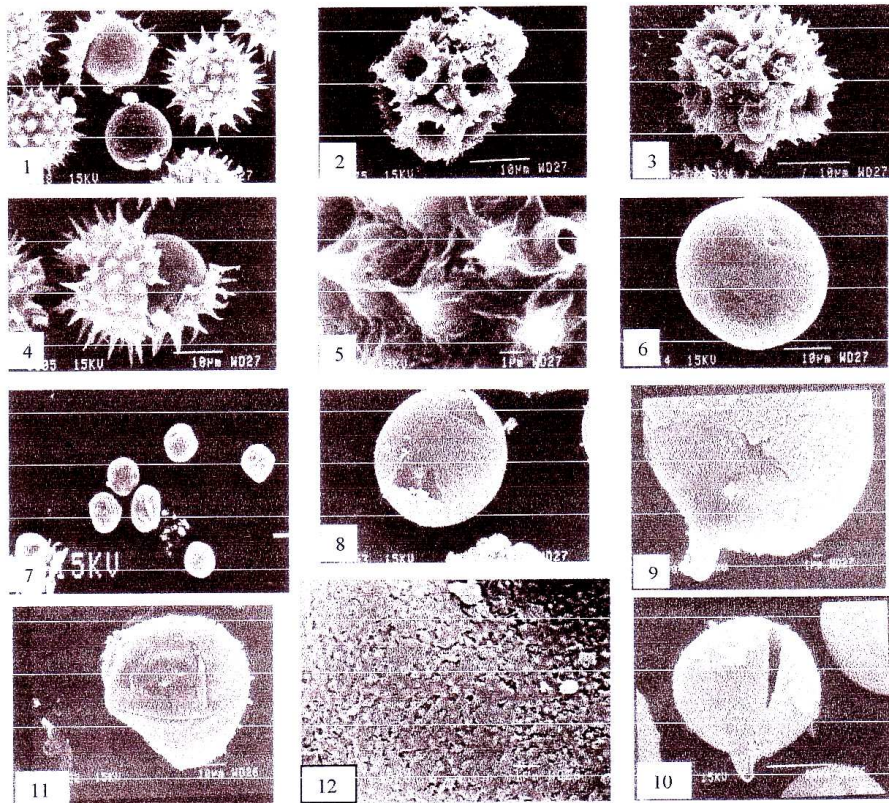


PLANCHE II

1. *Cosmos sp* : cassure de l'exine, décollement de l'exine du cytoplasme
2. *Taraxacum officinale* : exine craquelée au niveau des fenêtres
3. *Taraxacum officinale* : exine déformée
4. *Tithonia sp* : exine fragilisée et pollen éclaté
5. *Tithonia sp* : modification de l'ornementation au niveau des épines
6. *Oryza sativa* : pollen légèrement déformé
7. *Rhynchelytrum repens* : pollen très déformé
8. *Cupressus sp* : décollement de l'exine
9. *Cryptomeria japonica* : grain de pollen légèrement déformé, exine fragilisé
10. *Cryptomeria japonica* : pollen cassé au niveau du pédoncule
11. *Zea mays* : pollen fortement déformé
12. *Cupressus sp* : disparition des particules à la surface de l'exine

ANNEXE II : Planche photos de pollens pollués (PLANCHE II)



LE CONTENU POLLINIQUE DES MIELS D'AMBOHIMIADANA ET COMPORTEMENT DE BUTINAGE DE L'ABEILLE *APIS* *MELLIFERA UNICOLOR*

RAHARIMBOLA RAZANADRAKOTO, RAMAMONJISOA RALALAHARISOA Z.
BP 906. Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences, Université
d'Antananarivo

RESUME

20 échantillons de miel achetés au marché de Vatosola ou récoltés auprès d'apiculteurs de différents villages de la localité d'Ambohimadana et 11 échantillons de pelotes d'abeilles ont été soumis à l'analyse pollinique ou melissopalynologie. Au total, 85 types polliniques repartis dans 54 familles de plantes ont été identifiés dans l'ensemble des échantillons. Les deux sortes de miels trouvés sur le marché de Vatosola et vendus sur les marchés d'Antananarivo ont pu être distinguées par leurs caractères physiques et par leur composition pollinique. L'abeille exploite principalement *Eucalyptus robusta* qui constitue la strate arbustive et présente tous les caractères attractifs.

Mots clés_: Miel, *Apis mellifera unicolor*, apiculture traditionnelle, méliissopalynologie, *Eucalyptus robusta*,

1. INTRODUCTION

La végétation

La région d'Ambohimadana (21°S-49°E) se trouve sur les Hauts-Plateaux, zone de Madagascar où la végétation est fortement anthropisée. Des restes de la végétation primaire appartenant aux forêts denses humides de moyenne altitude se rencontrent à une dizaine de kilomètres à l'est d'Ambohimadana. La végétation autour de la localité d'Ambohimadana est connue grâce à des travaux phytosociologiques (RAHARIMBOLA, 2001). Les différents groupements végétaux qui y sont rencontrés sont :

- groupement à *Eucalyptus*: formé par des arbres ou des arbustes d'*Eucalyptus robusta*; le sous-bois comporte *Aphloia theiformis*, *Helychrisum* spp., *Philippia floribunda* et des herbacées principalement *Aristida* spp. ;
- groupement à *Pinus*: peuplement monospécifique de *Pinus patula* ;
- groupement à *Acacia dealbata* et *Philippia floribunda* ;
- d'autres peuplements tels que les vergers formés essentiellement de Rosaceae (*Malus pumila*, *Eryobotrya japonica*,...), les cultures vivrières des rizières et le groupement des bords de sentier composé de *Vernonia appendiculata*, *Lantana camara*...

L'apiculture dans la région d'Ambohimadana

A Madagascar, l'abeille endémique est *Apis mellifera unicolor*. L'apiculture ou élevage des abeilles appartient au patrimoine culturel de la région d'Ambohimadana. Basée sur l'enruchement d'essaims capturés dans les forêts localisées à l'est de cette localité, l'activité est demeurée traditionnelle (Raharimbola, 2001). La vente de miel et d'essaims à partir du mois d'avril est une des figures caractéristiques des marchés hebdomadaires de la région. Le miel récolté est souvent vendu sous forme de brèches ou de miel liquide après pressage sans conditionnement. Du mois de janvier jusqu'en juin, le miel du marché local sont appelés « miels de forêt » et proviennent de cueillette dans les forêts à l'est ; ce sont des miels liquides de couleur plus ou moins foncée. Les miels de ruches ou « miels du village » sont récoltés en septembre et octobre dans les villages autour d'Ambohimadana ; ce sont des miels de couleur claire, crémeux cristallisant rapidement.

L'objectif de cette étude est de mieux connaître les miels produits dans cette région à long passé apicole et de rechercher la corrélation entre les récoltes de l'abeille et la végétation.

2. MATERIELS ET METHODES D'ETUDE

20 échantillons de miels (Tableau 1) achetés au marché de Vatosola ou récoltés directement sous forme de rayons de miel auprès des apiculteurs ont été étudiés. Les miels achetés au marché ont été des miels de cueillette extraits par pressage par les paysans. Les rayons des miels, exempts de cellules à pollens ont été soumis à un égouttage soigné de manière à éviter toute contamination. 13 échantillons de pollens prélevés dans les cellules ont pu être obtenus pour les analyses de récolte de pollens par les abeilles.

Les miels comme les réserves de pollen ont été acetolysés selon la méthode d'Erdtman (1952) afin de faciliter la détermination. Les miels ont été montés entre lame et lamelle dans de la glycérine phénolée où le grain de pollen en suspension peut être retourné et observé sur toutes ses faces, assurant une meilleure identification. 1200 pollens au moins ont été comptés et identifiés pour chaque échantillon, de telle sorte que tous les types polliniques présents aient été rencontrés au moins une fois. La fréquence relative a été calculée par rapport au nombre total de pollens comptés. Les pollens identifiés ont pu être regroupés selon les classes de fréquence préconisées par Louveaux & al. (1970 ; 1978): pollens dominants (fréquence relative > 45%), pollens d'accompagnement (15 < fréquence relative < 45%), pollens isolés importants (3 < fréquence relative < 15%). L'analyse quantitative a permis de déterminer le nombre de pollens contenus dans 10g évalué d'après le comptage du nombre absolu de pollens dans un certain nombre de lignes de la préparation. La classification proposée est celle de Maurizio (1968). Les

réerves de pollen ont été montés dans de la gélatine glycéinée. Pour cette étude, le comptage a été arrêté à 300 grains de pollen.

Tableau 1 : Présentation des échantillons étudiés

Référence	Nature de l'échantillon	Date de récolte	Lieu de récolte
Md1*	Miel liquide	Février 99	Vatosola
Md2*	Miel liquide	Février 99	Vatosola
Md3*	Miel liquide	Mars 99	Vatosola
Md41*	Rayon de miel	Juin 99	Vatosola
Md42*	Miel liquide	Juin 99	Vatosola
Md5*	Miel liquide	Juin 99	Vatosola
Md6*	Miel liquide	Juin 99	Vatosola
Md81**	Rayon de miel	Août 99	Ambodivato
Md82	Rayon de mie	Août 99	Ambodivato
Md9**	Rayon de miel	Août 99	Ambodivato
Md10a**	Rayon de miel	Août 99	Iharanamboa
Md10b**	Rayon de miel	Août 99	Ampangabe
Md11**	Miel liquide	Août 99	Andingadingana
Md12**	Rayon de miel	Septembre 99	Vatosola
Md13**	Rayon de miel	Septembre 99	Iharanamboa
Md14**	Rayon de miel	Septembre 99	Andafiantsimo
Md15**	Rayon de miel	Septembre 99	Ambalanirana
Md16**	Rayon de miel	Septembre 99	Ampangabe
Md17**	Rayon de miel	Septembre 99	Iharanamboa
Md18**	Rayon de miel	Octobre 99	Ambodivato
Pmd81	Réserve de pollen	Août 99	Ambodivato
Pmd82	Réserve de pollen	Août 99	Ambodivato
Pmd9	Réserve de pollen	Août 99	Iharanamboa
Pmd10a	Réserve de pollen	Août 99	Iharanaboa
Pmd10b	Réserve de pollen	Août 99	Ampangabe
Pmd11	Réserve de pollen	Août 99	Andingadingana
Pmd12	Réserve de pollen	Septembre 99	Vatosola
Pmd13	Réserve de pollen	Septembre 99	Iharanamboa
Pmd14	Réserve de pollen	Septembre 99	Andafiantsimo
Pmd15	Réserve de pollen	Septembre 99	Ambalanirana
Pmd16	Réserve de pollen	Septembre 99	Ampangabe
Pmd17	Réserve de pollen	Septembre 99	Iharanamboa
Pmd18	Réserve de pollen	Octobre 99	Ambodivato

* miel acheté au marché

** miel recueilli auprès des apiculteurs

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Le contenu pollinique des miels

- analyse qualitative

Quatre vingt 85 types polliniques ont été identifiés dans les 20 échantillons de miels dont 73 Dicotylédones et 8 Monocotylédones, repartis en

52 familles de plantes. Le nombre identifiés par échantillon varie 7 à 45. Les miels de « forêts » sont les plus riches en taxons où 45 taxons ont été rencontrés dans un échantillon.

Les tableaux concernant les spectres polliniques de l'ensemble des échantillons peuvent être consultés au laboratoire de Palynologie du Département de Biologie et Ecologie végétales.

Le tableau 2 montre les classes de fréquence définies par LOUVEAUX & al (1970 ; 1978) .Les miels se répartissent de la façon suivante :

- miels avec dominance d'un pollen (16 échantillons)
- miels sans dominance (4 échantillons)

Les « miels de forêt » sont à dominance de *Weinmannia* (3 échantillons) ou sans dominance. Le pollen d'*Eucalyptus robusta* est dominant dans tous les miels de ruche récoltés à Ambohimadana.

Concernant la typologie des miels, un miel est considéré comme « miel monofloral » , c'est-à-dire provenant d'une miellée unilatérale d'une espèce déterminée lorsque le miel montre le pollen de cette plante à l'état dominant (Louveaux, 1968).

Tableau 2 : Classification des pollens des miels selon les groupes de Louveaux et al (1970 ; 1978)

Echantillons de miel	Pollens dominants (fréquence >45%)	Pollens d'accompagnement (15% <fréquence<45%)	Pollens isolés importants (3%<fréquence < 15%)
Md1*	<i>Weinmannia</i> sp.		<i>Eucalyptus</i> spp., <i>Ilex mitis</i> , <i>Helychrysum</i> sp., Rubiaceae
Md2*		<i>Weinmannia</i> sp., Rutaceae	<i>Macaranga</i> sp., Anacardiaceae, <i>Vepris</i> sp., <i>Zanthoxylum</i> sp.
Md3*		<i>Weinmannia</i> sp., <i>Zanthoxylum</i> sp.	<i>Vepris</i> sp., Rutaceae, <i>Aphloia theiformis</i> , <i>Macaranga</i> sp., <i>Solanum</i> sp., Anacardiaceae
Md41*		<i>Weinmannia</i> sp., Rutaceae, Anacardiaceae	<i>Macaranga</i> sp., Rubiaceae, <i>Bakerella</i> sp.
Md42*	<i>Weinmannia</i> sp.		Rutaceae, <i>Vepris</i> sp., <i>Zanthoxylum</i> sp.
Md5*		<i>Eucalyptus</i> spp., <i>Weinmannia</i>	Rutaceae, <i>Ravenala</i>
Md6**	<i>Eucalyptus</i> sp.		
Md81**	<i>Eucalyptus</i> sp.		
Md82**	<i>Eucalyptus</i> sp.		
Md9**	<i>Eucalyptus</i> sp.		
Md10a**	<i>Eucalyptus</i> sp.		
Md10b**	<i>Eucalyptus</i> sp.		
Md11**	<i>Eucalyptus</i> sp.		<i>Taraxacum</i> sp.
Md12**	<i>Eucalyptus</i> sp.		<i>Psiadia altissima</i>

Md13**	<i>Eucalyptus sp.</i>		<i>Crotalaria</i>
Md14**	<i>Eucalyptus sp.</i>		
Md15**	<i>Eucalyptus sp.</i>		
Md16**	<i>Eucalyptus sp.</i>		
Md17**	<i>Eucalyptus sp.</i>		<i>Aphloia theaeiformis</i>
Md18**	<i>Eucalyptus sp.</i>		<i>Aphloia theiformis</i> , Taraxacum sp., Psiadia

* miel acheté

** miel collecté

Les miels unifloraux ou monofloraux montrent des propriétés organoleptiques et physico-chimiques bien caractérisés. Pour les miels étudiés, les miels de cueillette à prédominance d'Eucalyptus présentant une couleur claire, à cristallisation rapide et stable, à goût très doux présente les caractéristiques d'un miel monofloral d'Eucalyptus. Les miels de cueillette sont plus difficiles à interpréter à cause du mode d'extraction utilisé.

- analyse quantitative

D'après le tableau 4 la teneur en pollen des miels étudiés varie entre 75402 et 1268271 grains /10g de miel.

Tableau 4: Résultats de l'analyse quantitative des miels

Echantillon	Teneur en pollen	Classe (Maurizio, 1968)
Md1*	1268271	5
Md2*	935741	4
Md3*	1107030	5
Md41*	84425	2
Md42*	794744	4
Md5*	1665429	5
Md6*	1584315	5
Md81	72614	2
Md82	75402	2
Md9	95062	2
Md101	92620	2
Md102	92944	2
Md11	1066288	5
Md13	90232	2
Md14	86919	2
Md15	76575	2
Md16	91591	2
Md17	86139	2
Md18	77148	2

*miels de forêts achetés à Vatosola

N : nombre total de grains contenus dans 10g de miel

Classe 1 : $N < 20\ 000$ Classe 2 : $20\ 000 < N < 100\ 000$ Classe 3 : $N < 100\ 000 < 500\ 000$
Classe 4 : $N < 500\ 000 < 1\ 000\ 000$ Classe 5 : $N > 1\ 000\ 000$

Les miels liquides achetés au marché possèdent des teneurs élevés en pollen. Ils font partie de la classe 4 ou 5 regroupant les miels de presse riche en pollen (Maurizio, 1968). Les miels égouttés renferment moins de pollens (72 614 à 95062 pollens/ 10g).

3.2. Les réserves de pollen

Les résultats du comptage figurent dans le tableau de l'annexe 1. L'analyse pollinique des pelotes a montré la prédominance de la récolte des pollens d'*Eucalyptus* par les abeilles dont la fréquence relative dépasse 90% dans l'ensemble des échantillons étudiés. Les autres espèces pollenifères identifiées dans les pelotes en faible pourcentage comprennent *Taraxacum officinale* et *Psiadia altissima* (Asteraceae), *Aphloia theaeformis* (Flacourtiaceae).

3.3. Le comportement de butinage de l'abeille

Une comparaison entre les spectres polliniques et la flore environnant les ruches permet de déduire le comportement de butinage de l'abeille. Les spectres polliniques montrent que les abeilles butinent surtout au niveau de la strate arborescente constituée par *Eucalyptus robusta*. Certaines espèces de la strate herbacée telles que *Taraxacum officinalis* sont faiblement butinées. *Eucalyptus robusta* apparaît comme la principale ressource nectarifère et pollenifère dans la zone d'étude. Si on considère le nectar, les abeilles se limitent aux *Eucalyptus* qui présentent tous les caractères attractifs (Fegri & Van Der Pijl, 1979). Pour l'approvisionnement en pollen, les abeilles semblent oligolectiques c'est-à-dire qu'elles étendent leur récolte à quelques espèces telles que *Taraxacum* et *Acacia dealbata* mais la quantité butinée est minime par rapport à l'*Eucalyptus*.

4. CONCLUSION

En matière de valorisation des miels, les informations obtenues sont utilisables dans la reconnaissance de l'origine florale et l'origine géographique de la production de la région. Alors que « les miels de cueillette » vendus sur le marché de janvier à juin sont des produits de la forêt riche en pollen, les « miels de ruche des villages » sont des miels monofloraux d'*Eucalyptus*. Concernant la biologie de l'abeille endémique *Apis mellifera unicolor*, cette étude a montré une forte adaptabilité de la race aux différents biotopes, milieu fortement anthropisés ou milieux naturels plus ou moins dégradés. C'est une qualité de

l'abeille qui constitue un atout pour le développement de l'apiculture à Madagascar.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Louveaux, J., Maurizio, A .& Vorwhol, G. 1970. Commission internationale de Botanique Apicole de l'UISB. Les méthodes de la méliissopalynologie. *Apidologie*, (2) : 211-217.

Louveaux, J., Maurizio, A .& Vorwhol, G. 1978. Methods of melissopalynology. International C for Bee Botany of UIBS. *Bee world*,54 (4) :139-157.

Raharimbola, R. 2001. Application de l'analyse pollinique aux miels de la région d'Ambohimiadana. Mém. DEA, Fac. Sci., Univ. Antananarivo, 94p.

Annexe 1 : Spectres polliniques des réserves de pollen

Echantillons	Pmd81	Pmd82	Pmd9	Pmd10a	Pmd10b	Pmd11	Pmd12	Pmd13	Pmd14	Pmd15	Pmd16	Pmd17
Myrtaceae <i>Eucalyptus</i> sp.												75,91
Asteraceae <i>Taraxacum</i>										98	75,6	5,95
Fabaceae <i>Acacia</i> <i>Dealbata</i>	94,9	88,95	93,61	97,79	98,88	82,53	97,47	95,5	92,24		0,29	4,97
Asteraceae <i>Helychrisum</i>			3,04	0,95		1,2						1,2
<i>Psiadia</i>	5,09	4,65			1,12			3,5		0,57		3,57
Rosaceae			1,22	0,63		6,63	0,75		0,9			0,9
Fabaceae <i>Crotalaria</i>		6,2	1,52	0,63		9,64		1,77	3,2	6,03	0,29	
Rutaceae <i>Citrus</i>										0,58		10,71
Flacourtiaceae <i>Aphloia</i>												0,3
Nombre de Pollens comptés	334	371	329	316	347	332	395	343	348	342	336	382
Nombre de taxons identifiés	2	3	4	4	2	4	2	3	3	5	3	8

LES POLLENS DES PLANTES CARACTERISTIQUES DE LA VEGETATION ANTHROPIQUES DES HAUTES TERRES DE MADAGASCAR.

ANDRIAMITANTSOA T., RAKOTOVAO Z., RAKOTOARISOA D.,
ANDRIANANDRASANA T, RAHARIMALALA V., RAMAVOVOLOLONA,
BP 906. Département de Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences. Université
d'Antananarivo

RESUME

La connaissance de la morphologie pollinique est à la base de toute discipline scientifique qui utilise le grain de pollen comme marqueur (aéropalynologie, méliospalynologie, ontogénie, systématique, etc.). A partir des études phytoécologiques, les espèces caractéristiques des Hautes Terres de Madagascar (en particulier Ambatondrazaka, Antananarivo et Antsirabe) ont été identifiées. Le présent travail porte sur la description des pollens de ces espèces. Des prélèvements de grains de pollen, des confections de lames de référence et des mesures des grains de pollens ont été effectuées. Les pollens de cinq (05) espèces ont été décrits : *Aristida rufescens* (Steud), *Tithonia diversifolia*, *Taraxacum officinale* (Weber), *Eucalyptus robusta* et *Cupressus lusitanica* (Mill).

Mots clés : pollen, Hautes Terres, végétation anthropique.

1. INTRODUCTION

La palynologie, étude des pollens et des spores, comporte plusieurs aspects : (a) la morphologie, portant sur la description des caractères polliniques, (b) les analyses polliniques (détermination des pollens dans l'atmosphère, les miels et les sédiments) et (c) la morphologie et l'ontogénie, portant sur la formation des pollens.

Les analyses polliniques reposent sur la connaissance de leur morphologie. Le présent travail porte sur la morphologie pollinique des espèces caractéristiques de la végétation anthropique des Hautes Terres de Madagascar.

2. METHODES D'ETUDE

La présente étude a porté sur trois (03) sites des hautes terres de Madagascar: Antsirabe, Ambatondrazaka et Antananarivo. Les espèces caractéristiques de chaque site ont été déterminées à partir d'études phytoécologiques menés par Andriamitantsoa (2006) et Ravelomanantsoa (2006) à Antsirabe, Andrianandrasana (2006) et Raharimanana (2006) à Antananarivo, Rakotoarisoa (2005) et Rakotovao (2005) à Ambatondrazaka.

L'étude pollinique comprend le prélèvement des pollens, la préparation des lames microscopiques ou lames de référence, les observations, les mesures des grains de pollens et la photographie au microscope photonique.

2.1. Prélèvement des pollens

Les pollens ont été prélevés des anthères des fleurs sous loupe binoculaire à partir d'échantillons d'herbier préalablement identifiés.

2.2. Confection de lames de référence

La technique utilisée est celle sans acétolyse (Wodehouse, 1953).

Des pollens ont été étalés dans une goutte d'eau sur une lame porte objet préalablement nettoyée à l'alcool 90°, puis séchés en portant la lame sur une plaque chauffante. Le pollen est débarrassé du manteau pollinique avec une goutte d'alcool 90° puis coloré avec une goutte de fuschine basique.

Sur la lame de référence confectionnée est insérée à la fois le nom de l'espèce, le lieu et la date de récolte.

2.3. Mesure des grains de pollen

Les grains de pollen ont été mesurés à l'aide d'un micromètre objectif à l'objectif 100 et à l'huile à immersion. Les mesures portent sur la longueur de l'axe équatorial E et de l'axe polaire P. Pour chaque préparation, 30 grains de pollen ont été mesurés.

3. RESULTATS

Pour chacun des pollens, la morphologie pollinique de la famille est donnée. La description pollinique des différentes espèces porte sur les caractères suivants :

- symétrie et forme ;
- dimensions ;
- description des apertures ;
- structure et ornementation de l'exine.

Le mode de pollinisation de l'espèce est aussi mentionné. La description est illustrée par une photo de la plante productrice et du pollen au grossissement x 1000.

3.1. POACEAE

Pollen hétéropolaire, monoporé, souvent circulaire, ou elliptique quelquefois ovoïde en vue équatoriale, subcirculaire en vue polaire. Un pore circulaire, à bords nets et régulier, parfois excentré, entouré d'un annulus plus ou moins large et plus ou moins net suivant les espèces, fermé par un opercule. Ectexine tecté, à tectum finement verruqueux.

◆ *Aristida rufescens* Steud. (Planche I)

Description pollinique

Bibliographie : Van Campo et *al.* (1960), Bonnefille et Riollot (1970), STRAKA et Friedrich (1984), Ramavovololona (1998).

Symétrie et forme : pollen hétéropolaire, subéquiauxe ($P > E$) en vue équatoriale.

Dimension : pollen de taille moyenne

$$P = 35,87\mu\text{m} (31\mu\text{m} \text{ à } 39\mu\text{m})$$

$$E = 34,47\mu\text{m} (31\mu\text{m} \text{ à } 38\mu\text{m})$$

Aperture : pollen monoporé à pore distal circulaire de 5,86 μm de diamètre, operculé, et entouré d'un annulus.

Exine : tectée à tectum finement verruqueux

Pollinisation : Anémogame

3.2. ASTERACEAE

Pollen isopolaire, généralement tricolporé à système aperturale tripartite constitué par un ectoaperture située dans l'ectexine, d'une aperture moyenne affectant la sole et d'une aperture interne située dans l'endexine ; exine echinulée ou fenestrée.

◆ *Tithonia diversifolia* (Planche II)

Description pollinique

Bibliographie : Muller et al. (1989)

Symétrie et forme : pollen isopolaire, subcirculaire en vue équatoriale, circulaire en vue polaire.

Dimension (épine comprise): pollen de taille moyenne

$$P = 38,4 \mu\text{m} (36\mu\text{m} - 40\mu\text{m})$$

$$E = 40,8\mu\text{m} (35\mu\text{m} - 42\mu\text{m})$$

Aperture : pollen tricolporé, colpus variant de 5 μm à 7 μm de long

Ectoaperture : sillon à bord net

Aperture moyenne : allongé suivant l'axe polaire

Endoaperture : allongé suivant l'équateur

Exine : échinulé, épine longue, pointue mesurant entre 4 μm et 7 μm

Pollinisation : entomogame

◆ *Taraxacum officinale* Weber. (Planche III)

Description pollinique

Bibliographie : MULLER et al. (1989)

Symétrie et forme : pollen isopolaire, longiaxe en vue équatoriale.

Dimension (épine comprise) : pollen de taille moyenne

$$P = 28,73 \mu\text{m} (25\mu\text{m} - 32\mu\text{m})$$

$$E = 30,27 \mu\text{m} (28\mu\text{m} - 32\mu\text{m})$$

Aperture : pollen tricolporé, colpus à largeur variant de 4 μm à 6 μm . localisé dans les fenêtres

Ectoaperture : sillon court à bords nets

Aperture moyenne peu distincte

Endoaperture : pore allongé suivant l'équateur

Exine : type fenestré à épines très courtes variant entre 1,5 μm et 2 μm de long.

Mode de pollinisation : entomogame

3.3. MYRTACEAE

Pollen isopolaire à contour elliptique en vue équatoriale, triangulaire ou quadrangulaire en vue polaire, tri, plus rarement tétra colporé, aperture normalement vestibulée au moins dans sa partie équatoriale.

◆ *Eucalyptus robusta* (Planche IV)

Description pollinique

Bibliographie : Kubitzki, K. (1965), GuerS, J. et al (1971), Ramamonjisoa, L., H. (1992)

Symétrie et forme : pollen isopolaire, bréviaxe, triangulaire en vue polaire, elliptique en vue équatoriale.

Dimension : pollen de petite taille

P=11, 06µm (8µm – 17µm)

E=21, 73µm (18µm – 25µm)

Aperture: pollen tricolporé, syncolpé, pore de 4, 46µm de diamètre (4µm – 5µm)

Ectoaperture : sillons étroits se rejoignant aux pôles en délimitant un triangle.

Endoaperture : difficilement observable.

Exine : à tectum lisse

Pollinisation : entomogame, anémogame

3.4. CUPRESSACEAE

◆ *Cupressus lusitanica* Mill. (Planche V)

Description pollinique

Symétrie et forme : pollen apolaire, sphérique

Dimension : pollen de taille moyenne

P= E = 34, 55µm (20 à 40µm)

Aperture : pollen inaperturé, existence d'un cytoplasme stellaire

Exine : lisse

Pollinisation : Anémogame

4. DISCUSSIONS

La végétation des Hautes Terres de Madagascar est dominée par des savanes avec ou sans éléments ligneux et des mosaïques de culture. L'ensemble des travaux écologiques (Andriamitantsoa et Ravelomanantsoa, 2006 à Antsirabe, Andrianandrasana et Raharimanana, 2006 à Antananarivo, Rakotoarisoa et rakotovao, 2005 à Ambatondrazaka) montre que les savanes des Hautes Terres sont surtout occupées par des groupements à *Aristida rufescens* se présentant parfois sous forme de groupement mixte avec d'autres espèces de Graminées.

Selon Dutau (2000), il existe une relation entre la taille des pollens et leur poids. Les pollens qui ont fait l'objet de cette description sont de taille moyenne (petite à moyenne). Les pollens de taille moyenne (25 – 50µm) ou petite (10 – 25 µm) sont facilement véhiculés par le vent. Ainsi, les pollens de ces espèces caractéristiques pourraient être dominants dans l'atmosphère.

5. CONCLUSION

Le présent travail a permis de décrire les pollens des espèces caractéristiques des Hautes Terres de Madagascar. Les Poaceae sont caractérisées par des pollens de taille moyenne, monoporé, hétéropolaire et à exine finement verruqueux. Les pollens des Asteraceae sont de taille moyenne, tri ou tetracolporés et échinulés. Les pollens des Myrtaceae sont petits, tricolporés et à exine lisse.

La description et la collection de lame de référence serviront comme outils aéropalynologiques et mellissopalynologiques dans le futur.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Andriamitantsoa, T. 2006. - Phytoécologie et identification des espèces productrices de pollens dans la région d'Antsirabe, Mém. D.E.A .Palynologie Appliquée. Univ. Antananarivo, 1s57p.

Andrianandrasana, R. T. 2006 - Phytoécologie et identification des principales espèces productrices de pollens dans la région d'Antananarivo. Mém. DEA. Palynologie Appliquée, Univ. Antananarivo, Fac des Sciences, 103p.

Bonnefille, R. – 1971 – Atlas des pollens d'Ethiopie – pollens actuels de la basse vallée de l'Omo, récoltes botaniques – 1968 – *Adansonia* 11 – fasc. 3 – pp 463-518

Bonnefille, R. et Riollet, G. – 1980 – Pollens des savanes d'Afrique orientale – Ed. CNRS – Paris - 140p

Muller, J. ; Schuller, M. ; Straka, H. ; Friedrich, B. – 1989 – *Palynologia Madagassica & Mascarenica* – Fam. 189 – Tropische und subtropische pf lanzenwelt – 67 – pp 192 – 215.

Muller, J. ; Schuller, M. ; Straka, H. ; Friedrich, B. – 1989 – *Palynologia Madagassica & Mascarenica* – Fam. 60, 98, 98ter, 11, 120, 182, 182bis, 183, 189, Addenda – Tropische und subtropische pf lanzenwelt – 67 – pp 56 – 98; 192-215

Raharimanana, M. V. 2006 - Les espèces productrices de pollens susceptibles d'être à l'origine des pollinoses dans la région d'Antananarivo. Mém. DEA option Palynologie Appliquée, Univ. Antananarivo, Fac des Sciences, 99p.

- Rakotoarisoa, D. 2005** - Phytoécologie et identification des principales espèces productrices de pollen de la région d'Ambatondrazaka. Mém. DEA, Option : Palynologie Appliquée, Univ. D'Antananarivo, Fac. Sciences, 131p.
- Rakotovao, T. – 1999** – Etude phytoécologique et palynologique des principales graminées fourragères et cultivées de la région d'Antananarivo – Mém. DEA – Université d'Antananarivo – 83p
- Rakotovao, Z. 2005** – Les espèces productrices de pollens susceptibles d'être à l'origine des manifestations allergique en relation avec les études épidémiologiques dans la région d'Ambatondrazaka. Mém. DEA, Option : Palynologie Appliquée, Univ. D'Antananarivo, Fac. Sciences, 131p.
- Ramamonjisoa, R. L. – 1992** – Analyses polliniques et comportements d'*Apis mellifera var. uniclor* dans la végétation de différents sites des Hauts Plateaux Malgaches – Thèse de doctorat de 3^{ème} Cycle – Université d'Antananarivo – 152p
- Ramavovololona – 1986** – Recherche sur les émissions polliniques atmosphériques des formations végétales de la région de Majunga. Morphologie des principaux types polliniques. Mise en évidence des caractéristiques régionales des spectres polliniques de Majunga et de Tananarive – Thèse de doctorat 3^{ème} cycle – Université d'Antananarivo – 1971p.
- Ravelomanantsoa, L. 2006** - Les espèces productrices de pollens susceptibles d'être à l'origine des manifestations allergiques en relation avec les études épidémiologiques dans la région d'Antsirabe. Mém. DEA, Option : Palynologie Appliquée, Univ. D'Antananarivo, Fac. Sciences, 131p.
- Straka, H. et Friedrich, B. – 1984** – Palynologia madagassica et Mascarenica – Familien 17 bis 49 – Gymnospermae und Monocotyledones – Akademie der Wissenschaften und der Literatur – Stuttgart – pp 418-420
- Van Campo, M. – 1957** – Palynologie africaine, N°1 – Bull. IFAN. (A). 19(3) – pp 659 – 679
- Dutau, G., 2000.**- Les allergies polliniques : aspects nouveaux ou insolites. *In* <http://www.swiss-paediatrics.org/paediatrics/vol12/n2/allpol-fr.htm>

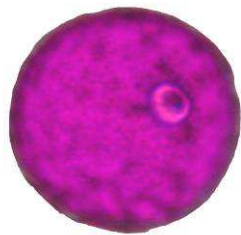
Planche I. *Aristida rufescens* Steud. (POACEAE)



Population



Panicule



Pollen en vue polaire x10000



Pollen en vue équatoriale
x1000

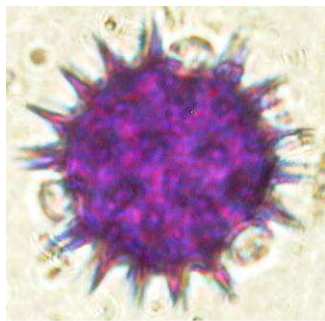
Planche II. *Tithonia diversifolia* (ASTERACEAE)



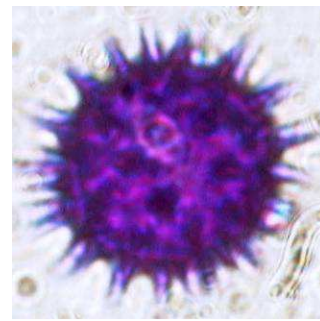
Individu en fleur



Inflorescence (capitule)



Pollen en vue polaire x 1000



Pollen en vue équatoriale x1000

Planche III. *Taraxacum officinale*. Weber (ASTERACEAE)



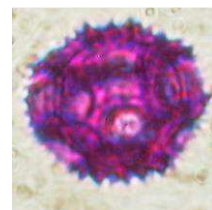
Touffe



Inflorescence



Pollen en vue polaire x 1000



Pollen en vue équatoriale x 1000

Planche IV. *Eucalyptus robusta* (MYRTACEAE)

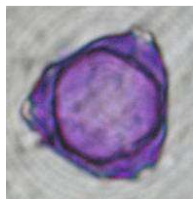


Individu en fleur

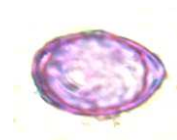


Calyptra

Inflorescence



Pollen en vue polaire x 1000



Pollen en vue équatoriale x 1000

Planche V. *Cupressus lusitanica* Mill. (CUPRESSACEAE)



Individu en fleur



Branche avec fleur



Pollen. en vue d'ensemble x1000

PLANTES MELLIFERES ET MIELS DE LA REGION DE BORIZINY (PORT-BERGE)

Norbert RAZAFINDRAKOTO, Z.RAMAMONJISOA RALALAHARISOA
B.P. 906, Département de Biologie et Ecologie Végétales Faculté des Sciences Université
d'Antananarivo

RESUME

64 espèces de plantes mellifères ont été recensées dans la région de Boriziny (Port-Bergé) grâce à des enquêtes et des analyses polliniques de miels. 29 échantillons de miel ont été étudiés. Les familles les mieux représentées sont les Fabaceae, les Anacardiaceae, les Malvaceae et les Arecaceae. Les miels provenant de la région présentent une qualité moyenne avec un taux d'humidité et d'éléments insolubles assez élevé. Ce sont des miels riches en pollens. Les pollens dominants sont : *Dalbergia* sp., *Mimosa* sp., *Raphia rufa* et *Anacardium occidentale*. La combinaison des pollens les plus fréquents suivants peut être considérés comme caractéristique de l'origine géographique des miels de la région : *Dalbergia* sp., *Mimosa* sp., *Dombeya* sp., *Ziziphus* sp. .

Mots clés : Plantes mellifères, miels, miel de palissandre, apiculture, melissopalynologie, norme, Boriziny, origine florale des miels, origine géographique des miels.

1. INTRODUCTION

L'analyse pollinique des miels ou melissopalynologie permet d'identifier par l'intermédiaire des grains de pollen de reconnaître les plantes visitées par les abeilles et de déterminer l'origine botanique des miels. La melissopalynologie figure parmi les méthodes de contrôle de qualité des miels sur le marché international.

La région de Boriziny ou Port-Bergé (15°34'S- 47°41'E) localisée dans le nord-ouest de Madagascar est bien connue pour la production de miels dénommés « miels de palissandre ». Selon Humbert (1955), cette région appartient à la série à *Commiphora*, *Dalbergia* et *Hildegardia*. La végétation climacique comprend des forêts denses sèches à *Stereospermum euphorioïdes* (*Bignoniaceae*), *Givotia madagascariensis* (*Euphorbiaceae*), *Xylia hildebrandtii* et *Cordyla madagascariensis* (*Leguminosae*). Dans le sous-bois dominant les *Rubiaceae*, les *Euphorbiaceae* et les *Leguminosae*. La végétation native a été largement détruite et remplacée par des savanes et/ou pseudosteppes avec éléments ligneux, composées d'*Aristida* spp. et *Heteropogon contortus*, à *Acridocarpus excelsus* ou à *Ziziphus mauritiana*. On note également la fréquence de *Dalbergia trichocarpa* dans les savanes.

Peu de données existent concernant les miels dits de « miels de palissandre » sur leur qualité et les plantes mellifères de la région de Boriziny. La présente étude porte essentiellement sur des miels produits aux environs de la ville de Boriziny où l'apiculture est du type traditionnelle et la récolte de miels a lieu au mois de juillet.

2. MATERIELS ET METHODES D'ETUDE

2.1. Etude des miels et de leur qualité

29 échantillons de miels récoltés à Boriziny et ses environs ont été étudiés. La qualité des miels a été jugée selon deux critères principaux : l'humidité (teneur en eau en %) mesurée au réfractomètre et une mesure du sédiment du miel à l'aide d'une micropipette Gilson. Le volume du culot obtenu après dissolution de 10g de miel et centrifugation représente des particules solides du miel (pollen et impuretés tels que poussière) et permet de juger du soin apporté à l'extraction du produit. Il ne doit pas dépasser 10µl/10g de miel.

2.2. Inventaire des plantes mellifères

Deux techniques complémentaires ont été utilisées pour cette étude : des enquêtes et une analyse pollinique des miels ou méliissopalynologie.

2.3. Enquêtes sur les plantes mellifères

Elles avaient comme buts d'obtenir des informations sur les plantes mellifères connus des paysans (nom vernaculaire, calendrier de floraison, valeur apicole). Elles ont pu être complétées par des études bibliographiques.

2.4. Analyse pollinique des miels ou méliissopalynologie

Elle permet de témoigner de la visite des abeilles sur une plante par l'intermédiaire des grains de pollens rencontrés dans les miels. Les échantillons de miels étudiés ont été analysés qualitativement et quantitativement. Les miels ont été acétolysés selon la méthode Erdtman(1952). Le montage dans de la glycérine phénolée permet de retourner le grain de pollen et de l'observer selon différents plans. L'expression des résultats de l'analyse qualitative est celle proposée par Louveaux & al. (1978) dans les méthodes de Méliissopalynologie à partir du comptage d'au moins 1200 grains (Vergeron, 1964) : pollen dominant ou pollen très fréquent > 45% ; pollen d'accompagnement ou fréquent : 16- 45% ; pollen isolé ou rare : < 15%. L'étude quantitative consiste à déterminer la quantité de pollen contenu dans 10g de miel et a été calculée à partir du nombre des pollens rencontrés dans différentes lignes et ramenés à l'ensemble de la préparation et au volume total du culot.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Qualité des miels

- Le taux d'humidité

Le taux d'humidité ou teneur en eau exprimée en pourcentage conditionne la cristallisation du miel, le conditionnement et la conservation des miels.

D'après le tableau 1, l'humidité des miels récoltés dans la région de Boriziny varie de 20 à 26% avec une valeur moyenne de 22,60%. La valeur la plus fréquente est 21% observée dans 7 échantillons. D'après la norme malagasy sur les miels (BNM, 2004), les miels étudiés sont de qualité moyenne.

Tableau 1 : Les taux d'humidité des échantillons étudiés

Echantillon	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6	PB7	PB8	PB9	PB10
Humidité (%)	23	26	23	24	21	21	21	21	21	24

Echantillon	PB11	PB12	PB13	PB14	PB15	PB16	PB17	PB18	PB19	PB20
Humidité (%)	25	25	23	20	22	20	22	23	20	22

Echantillon	PB21	PB22	PB23	PB24	PB25	PB26	PB27	PB28	PB30	PB31
Humidité (%)	24	24	21	26	22	22	24	21	21	23

- Volume des particules solides des miels

Selon le tableau 2, le volume du culot ou quantité de sédiment contenu dans les miels étudiés varie de 11 à 68,5µl. Les valeurs rencontrées toujours supérieures à 10µl correspondent à des miels pressés caractérisés par un fort apport de pollen des alvéoles liés à l'apiculture traditionnelle.

Tableau 2 : Quantité de sédiment contenu dans les miels

Echantillon	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6	PB7	PB8	PB9	PB10
Volume (µl)	61	37	40	20	21	25	25	33	20	40

Echantillon	PB11	PB12	PB13	PB14	PB15	PB16	PB17	PB18	PB19	PB20
Volume (µl)	29	26	26	20	68,5	38	30	42	11	14

Echantillon	PB2 1	PB22	PB23	PB24	PB25	PB26	PB27	PB28	PB30	PB31
Volume (µl)	31	24	14	16	25,5	14	35	48	30	30

- Résultats des enquêtes

Par définition, les plantes mellifères sont celles qui sont visitées par les abeilles pour le nectar ou le pollen et pollinisées par elles. Les plantes d'intérêt apicole sont celles qui permettent de récolter une quantité notable de miel par l'apiculteur. Les plantes mellifères citées par les paysans sont celles localisées près des habitations ou des champs sur lesquelles ils peuvent voir directement le butinage par les abeilles. Cette liste est très brève et comporte seulement une quinzaine d'espèces dont *Ceiba pentandra* (Malvaceae), *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) et *Cocos nucifera* (Arecaceae)

4.2. Résultats des analyses polliniques

• Résultats de l'analyse qualitative

Les spectres polliniques correspondants aux 29 échantillons étudiés sont consignés au laboratoire de Palynologie du Département de Biologie et Ecologie Végétales où ils peuvent être consultés.

Le tableau 2 donne la répartition des pollens rencontrés suivant les catégories préconisées par Louveaux & al. (1970 ; 1978) et permettent de discuter de l'origine florale et de la caractérisation géographique des miels étudiés.

• Origine florale des miels

Le miel est fabriqué par l'abeille à partir de nectar produit par des nectaires ou de miellat. L'un des objectifs de l'analyse pollinique des miels est de permettre l'identification des principales espèces botaniques qui sont à l'origine du nectar. Les miels monofloraux ou unifloraux proviennent du butinage intense d'une espèce végétale donnée et renferme en principe dans leur spectre pollinique le pollen de cette plante à l'état dominant (>45%). Les miels monofloraux présentent des caractères physiques (pH, couleur...), chimiques (composition en sucres, acidité..) et organoleptiques bien déterminés.

Deux sortes de miels ont été mises en évidence dans cette étude :

- Miels à prédominance de *Dalbergia* (14 échantillons) , de *Mimosa pudica* (10 échantillons), de *Raphia rufa* (1échantillon), *Anacardium occidentale* (1 échantillon
- Les miels sans dominance d'un pollen particulier (3 échantillons)

Malgré la présence des différents pollens dominants, les analyses polliniques effectuées en l'absence d'analyses physico-chimiques et organoleptiques

précises n'autorisent pas les appellations de miels monofloraux. Les résultats obtenus ont montré toutefois l'importance de *Dalbergia* en particulier comme plante mellifère dans la région de Boriziny.

- **Origine géographique des miels**

Par comparaison avec la flore des lieux de récolte des miels, il est possible de reconnaître grâce à des associations polliniques caractéristiques d'un lieu de production de miels.

L'examen de l'ensemble des résultats obtenus montre que les pollens les plus fréquents dans les analyses comprennent : *Dalbergia* spp., *Mimosa* spp., *Ziziphus* sp., Poaceae, *Dombeya* spp. et ceux *Ceiba pentandra* ; cette combinaison de pollens permet de reconnaître les miels produits dans la région de Boriziny.

- *Inventaire des plantes mellifères*

L'ensemble des résultats sur l'inventaire des plantes mellifères (Annexe 1) a été obtenue à partir de l'observation des apiculteurs d'une part et des analyses polliniques qui témoignent d'une manière sûre de la visite de l'abeille à la fleur d'autre part. Au total, 64 espèces appartenant à 28 familles de plantes ont été reconnues comme mellifères avec une prédominance de la famille des Légumineuses dont 7 espèces de *Dalbergia* (Tableau 3). Si on retrouve sur cette liste les grandes familles de plantes mellifères connues dans le monde telles que les Fabaceae, les Myrtaceae et les Anacardiaceae, la valeur apicole de beaucoup d'espèces reste à déterminer.

Tableau 3 : Classification des pollens suivant les catégories de fréquence

Echantillon	Pollen dominant (>45%)	Pollen d'accompagnement (16-45%)	Pollens isolés importants (3-15%)	Pollens isolés (<3%)
PB1	<i>Mimosa</i> sp.	<i>Dalbergia</i> sp.	Poaceae	<i>Ceiba pentandra</i> , <i>Dombeya</i> , <i>Ziziphus</i>
PB2	<i>Dalbergia</i> sp.	Poaceae	<i>Mimosa</i> sp.	<i>Ceiba pentandra</i> , <i>Dombeya</i>
PB3	<i>Dalbergia</i> sp.	<i>Mimosa</i> sp.		<i>Ceiba pentandra</i> , <i>Dombeya</i> , Poaceae
PB4	<i>Mimosa</i>	<i>Dalbergia</i> sp.	<i>Albizzia</i> sp.	<i>Ceiba pentandra</i> , <i>Dombeya</i>
PB5	<i>Dalbergia</i> sp.	<i>Mimosa</i> sp.	<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Dombeya</i>
PB6	<i>Dalbergia</i> sp.	<i>Mimosa</i> sp.	<i>Albizzia</i> sp.	<i>Ceiba pentandra</i> , <i>Dombeya</i> ,

				<i>Ziziphus</i>
PB7	<i>Mimosa</i> sp.	<i>Dalbergia</i> sp.		<i>Ceiba pentandra, Dombeya,</i>
PB8	<i>Mimosa</i>	<i>Dalbergia</i> sp.	<i>Anacardium occidentale</i>	<i>Ceiba pentandra</i>
PB9	<i>Dalbergia</i> sp.	<i>Mimosa</i> sp.	<i>Albizzia</i> sp., Myrtaceae	<i>Ceiba pentandra,, Ziziphus</i>
PB10	<i>Anacardium occidentale</i>			<i>Mimosa</i> sp., <i>Ziziphus</i> sp.
PB11	<i>Dalbergia</i> sp.	<i>Mimosa</i> sp.	<i>Ziziphus</i> sp.,	<i>Ceiba pentandra, Dombeya</i>
PB12	<i>Dalbergia</i> sp.		<i>Ziziphus</i> sp.,	
PB13	<i>Raphia rufa</i>	<i>Caesalpinia,</i> <i>Anacardium</i>	Myrtaceae, Poaceae, <i>Cyperus</i>	<i>Ceiba pentandra, Dombeya, Ziziphus</i> sp.
PB14	<i>Dalbergia</i> sp.		<i>Mimosa</i> sp., Compositae	<i>Dombeya</i>
PB15	<i>Dalbergia</i> sp.		<i>Dombeya</i> sp., Ericaceae	<i>Ceiba pentandra , Mimosa</i>
PB16	<i>Mimosa</i>	<i>Ziziphus</i> sp., Ericaceae	<i>Dalbergia</i> sp.	Poaceae, Rutaceae
PB17	<i>Mimosa</i>			<i>Ceiba pentandra</i>
PB18	<i>Dalbergia</i> sp.	<i>Mimosa</i> sp.	Poaceae	<i>Ziziphus</i> sp.
PB19	<i>Dalbergia</i> sp.		Compositae	Poaceae
PB20	<i>Dalbergia</i> sp.	<i>Mimosa</i> sp.		<i>Ceiba pentandra, Anacardium occidentale</i>
PB21	<i>Mimosa</i>	<i>Dalbergia</i> sp.		<i>Anacardium occidentale</i>
PB22	<i>Mimosa</i>	<i>Dalbergia</i> sp.	<i>Ziziphus</i> sp. Poaceae	<i>Ceiba pentandra, Anacardium occidentale, Malvaceae</i>
PB23	<i>Dalbergia</i> sp.	<i>Mimosa</i> sp.		<i>Ziziphus</i> sp., Poaceae, <i>Cyperus</i> , <i>Anacardium occidentale,</i>
PB24		<i>Dalbergia</i> sp.		<i>Albizzia</i> sp., Poaceae, <i>Cyperus</i>
PB26		<i>Dalbergia</i> sp.	Poaceae	Poaceae, Rutaceae
PB27		<i>Ziziphus</i> sp , Myrtaceae		<i>Ceiba pentandra, Cyperus, Caesalpinia</i> sp .
PB28	<i>Mimosa</i>	<i>Dalbergia</i> sp.		<i>Ziziphus</i> sp. <i>Caesalpinia</i> sp , <i>Trema orientalis</i>
PB30	<i>Mimosa</i>		<i>Ziziphus</i> sp. Poaceae, Composit ae, <i>Ceiba pentandra</i>	<i>Anacardium occidentale, Faurea , Amaranthaceae</i>
PB31	<i>Dalbergia</i> sp.	<i>Mimosa</i> sp.	Compositae	<i>Ziziphus</i> sp. Poaceae, <i>Anacardium occidentale</i>

4.3. Résultats de l'analyse quantitative

Le tableau 4 montre la fréquence absolue des pollens des échantillons étudiés ainsi que les classes de fréquences établies par Maurizio (Louveau, 1968) correspondantes. Les échantillons étudiés sont riches (100 000 à 500 000 pollens par 10g de miel) ou très riches en pollens (500 000 à 1000 000 grains par 10g de miel), caractères propres aux miels pressés.

Tableau 4 : Les classes de fréquence des miels de la région de Boriziny

Echantillons	Fréquence absolue	Classe de fréquence
PB1	963398	4
PB2	621424	4
PB3	558073	4
PB4	357562	3
PB5	206515	3
PB6	144564	3
PB7	199259	3
PB8	202979	3
PB9	234249	3
PB10	672988	4
PB11	446901	3
PB12	445678	3
PB13	426717	3
PB14	55100	2
PB15	475855	3
PB16	123445	3
PB17	148505	3
PB18	234205	3
PB19	36382	2
PB20	18976	1
PB21	175149	3
PB22	272260	3
PB23	272672	3
PB24	196475	3
PB26	93737	2
PB27	180681	3
PB28	233071	3
PB30	552298	4
PB31	503415	4

5. CONCLUSION

L'étude entreprise a permis d'entrevoir la diversité des miels pouvant être récoltés à Boriziny et ses environs : outre que les pollens de *Dalbergia*, d'autres types polliniques ont été rencontrés à l'état dominant dans les miels. Elle confirme l'intérêt de *Dalbergia*, plante répandue dans la région pour

l'apiculture. La qualité des miels produits dans la région, encore assez éloignés des normes requises peut être améliorée. En effet, les résultats obtenus dans cette recherche montre des échantillons qui se rapprochent des valeurs normatives en ce qui concerne l'humidité donc il est possible d'obtenir des produits ayant les propriétés adéquates..

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Erdtman, G., 1952.** Pollen morphology and plant taxonomy. *Angiosperms*, Almqvist et Wicksell, Stockholm ,539p.
- Humbert, H., 1955.** Les territoires phytogéographiques de Madagascar. Colloques internationaux du CNRS IX : les divisions écologiques du monde. Année biologique : 3^e sér. 31, pp : 329-448.
- Louveaux, J., 1968.** L'analyse pollinique des miels .Les produits de la ruche, Masson et Compagnie, Paris, Tom III, pp : 325-362.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwhol, G., 1970.** Commission internationale de botanique apicole de l'I.U.S.B. Les méthodes de la méliissopalynologie. *Apidologie*, 1970,1(2), pp : 211-227.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwhol, G., 1978.** Methods of melissopalynology. International Commission for Bee Botany of I.U.B.S. *Bee world*, 54(4), pp. 139-157.

ANNEXE: Liste des plantes mellifères

Famille	Genre et espèces	Nom vernaculaire	Valeur apicole
Anacardiaceae	<i>Poupartia caffra</i>	Nofotrakoho	I
	<i>Poupartia sylvatica</i>	Sakoana	I
	<i>Anacardium occidentale</i>	Mahabibo	N
	<i>Mangifera indica</i>	Manga	N
Arecaceae	<i>Bismarckia nobilis</i>	Satrana	P
	<i>Cocos nucifera</i>	Voanio	P,N
	<i>Raphia rufa</i>	Rofia	P
	<i>Voacanga touarsii</i>	Kabokala	P
Asteraceae	<i>Vernonia appendiculata</i>	Biaty	N,P
Bignoniaceae	<i>Stereospermum euphoroides</i>	Tampiana	I
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Pemba	N
Borraginaceae	<i>Cordia antakarana</i>	Tsimiranja	I
Combretaceae	<i>Terminalia cattapa</i>	Antafa	I
	<i>Terminalia mantaly</i>	Mantaly	N
Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>		I
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum platycladium</i>	Tampiana	I
	<i>Erythroxylum sp.</i>	Koropoka	I
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i>	Valavelona	N
	<i>Phyllanthus decipiens</i>	Antsoliberavina	I
Flacourtiaceae	<i>Boivinia jalberti</i>	Hazambo	I
	<i>Homalium sp.</i>	Hazoambo	I
Fabaceae	<i>Dalbergia bojeri</i>	Manariadabo	P
	<i>Dalbergia greveana</i>	Manarimendoravina	P
	<i>Dalbergia microphylla</i>	Manarivoasonomby	P
	<i>Dalbergia pervillei</i>	Tsiandalana	P
	<i>Dalbergia purpurescens</i>	Manaribomby	N
	<i>Dalbergia stenocarpa</i>	Manaritoloho	N
	<i>Dalbergia trichocarpa</i>	Manariboty	N
	<i>Mimosa pudica</i>	Ramihorina	N
	<i>Mundulea telfeiri</i>	Fanamo	P
	<i>Albizzia bernieri</i>	Morangokeliravina	P
	<i>Albizzia boivini</i>	Morangovavy	P
	<i>Albizzia lebbeck</i>	Bonara	P
	<i>Parkia madagascariensis</i>	Taihintsindambo	P
	Poaceae	<i>Heteropogon contortus</i>	Ahidambo	N
Hypericaceae	<i>Harongana madagascariensis</i>	Harongambe	I
	<i>Psorospermum sp.</i>	Harongamadinika	I
Malpighiaceae	<i>Acridocarpus excelsus</i>	Kirajy	P
Melastomataceae	<i>Dichaetantera sp.</i>	Vatrotroka	I
Musaceae	<i>Musa sapientum</i>	Akondro	I
Myrtaceae	<i>Eugenia pluricymosa</i>	Jambarao	P
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Kininina	N,P
	<i>Eugenia sp.</i>	Motso	P
Ochnaceae	<i>Diporidium ciliatum</i>	Moramena	I
Portulacaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Mokonazy	N
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Mokonazy	N
	<i>Ziziphus sp.</i>	Angezoka	N

Rubiaceae	<i>Rothmannia reniformis</i>	Mantalana	N
Rutaceae	<i>Zanthoxylon tsihanihamposa</i>	Fahavalonkazo	N
Sapindaceae	<i>Crossonephelis pervillei</i>	Mahitsoanala	N
	<i>Tina striata</i>	Morasira	I
Sapotaceae	<i>Capurodendron rubrocostatum</i>	Nanto	P
Malvaceae	<i>Dombeya rigida</i>	Hafotra	P
	<i>Grewia spp.</i>	Selivato	P
	<i>Grewia flavicans</i>	Selikomba	I
	<i>Grewia triflora</i>	Selibe	N

SUIVI PHENOLOGIQUE DE LA FLORAISON DES ESPECES ABONDANTES ET CARACTERISTIQUES DE LA VEGETATION D'ANTSIRABE

T. ANDRIAMITANTSOA et L. RAVELOMANANTSOA

BP : 906, Département de Biologie et Ecologie Végétales, Facultés des Sciences, Université d'Antananarivo

RESUME

Un suivi phénologique de la floraison a été effectué à Antsirabe (Région Vakinankaratra). Le but est d'établir le calendrier de floraison des espèces abondantes et caractéristiques afin de contribuer à l'identification des espèces responsables de la pollinose des Hautes terres de Madagascar. Les espèces étudiées ont été celles rencontrées dans les parcelles de relevé et celles caractéristiques des végétations spontanées et peuplements remarquables dans la région. La phénologie de la floraison a été étudiée au niveau de l'individu, au niveau de la population et au niveau de la strate. Deux périodes de floraison bien distinctes ont pu être notées : la période de floraison des espèces herbacées et la période de floraison des arbres et des arbustes.

Mots clés : phénologie, floraison, végétation, Antsirabe.

1. INTRODUCTION

Dans le domaine de l'aérobiologie, à Madagascar bien que des travaux aient été entrepris (Rajeriarison, 1984; Ramavovololona, 1986; 1989; Rakotoarimanana, 2000; etc.) l'allergie aux pollens ou pollinose reste un domaine mal connu. Elle constitue un problème de santé publique. Aucun calendrier pollinique qui dégage les périodes à haut risque n'a jamais encore été élaboré permettant de mettre en place une action préventive.

Dans le contexte de mettre à la disposition des décideurs, des médecins et de la population les données scientifiques quantitatives et qualitatives sur les aéroallergènes d'origine végétale contenus dans l'atmosphère des grandes villes, le présent travail porte sur le suivi de la floraison des espèces abondantes de la région d'Antsirabe afin d'en établir un calendrier de floraison et d'orienter les études aéropalynologiques antérieures.

2. SITE D'ETUDE

Antsirabe est située entre 19°36' et 20°00' de latitude Sud et entre 46°48' et 47°06' de longitude Est, à 1350 mètres d'altitude. Elle couvre une superficie de 18.000 Ha et est bordée à l'Ouest par les communes rurales d'Antanimandry et de Belazao ; au Nord par les communes rurales d'Ambano, d'Andranomanelatra et d'Ambohimiarivo; à l'Est par la commune rurale

d'Ambohidranandriana et au Sud par la commune rurale de Vinaninkarena et Manandona.

2.1. MILIEU ABIOTIQUE

• Géomorphologie et hydrographie

Plat dans l'ensemble, Antsirabe repose sur un ensemble de pénéplaines (Belazao au Sud Ouest) et de plaines alluviales (au Centre), constituant ainsi le bas-fond d'une cuvette dont les bordures sont des régions montagneuses : à l'Ouest les reliefs volcaniques de Betafo, à l'Est les parties surélevées de deux failles et des principaux massifs granitiques en relief sur socle ; au Sud-Ouest les massifs granitiques de Vavavato, au Sud le massif quartzitique d'Ibity et au Nord-Est les massifs volcaniques de l'Ankaratra.

• Climatologie

Le climat de la région d'Antsirabe est propice à l'agriculture et à l'élevage. Ce climat est du type « tropical humide d'altitude » marqué par 2 saisons (Emberger, 1965) :

- une saison pluvieuse et chaude d'Octobre à Avril, durant laquelle les chutes de grêles sont fréquemment enregistrées entre les mois d'Octobre et Février ;
- une saison sèche et fraîche de Mai à Septembre.

D'après la carte des divisions bioclimatiques de Cornet (1974), le bioclimat qui règne dans la région est du « type subhumide » avec 3 à 5 mois secs dans l'année.

Le mois d'Octobre est le mois le plus chaud avec une température moyenne de 27°29C. Les mois les plus froids sont Juin et Août avec une moyenne de 05°65C.

La précipitation moyenne annuelle de la région est de 1330,6 mm répartie dans 143 jours. Les mois de Janvier et Février sont les plus arrosés et le mois de juin et juillet les moins arrosés.

Vent et perturbation tropicale

L'alizé, pendant l'hiver austral, apporte dans la région des pluies fines, des crachins ou des brouillards alors qu'en été austral, il apporte des fortes précipitations.

La mousson traverse la région et apporte également des orages. Sans considérer les passages des cyclones tropicaux, en général la vitesse maximale du vent dans la région ne dépasse pas les 17 km/h, et est comprise entre 09 et 17 km/h, du secteur Nord-Est ou Nord-Ouest (Station météorologique Antsirabe, 2001- 2003)

2.2. MILIEU BIOTIQUE

Formations climaciques et leurs formes de dégradation

La région d'Antsirabe appartient à la fois à la zone écofloristique montagnarde et à celle des versants orientaux et occidentaux des Hauts Plateaux (Faramalala .et Rajeriarison, 1999). Ainsi, trois sortes de végétations climaciques y sont rencontrées :

- la forêt sclérophylle de montagne (1800-2000m), dénommée « Sylve à lichens » par Perrier de la Bathie (1921) s'observe encore dans le massif de l'Ankaratra. Sa dégradation par le feu aboutit à des « fourrés à *Philippia sp* et à *Helichrysum sp* », qui, par la suite, font place à des savanes et des pseudo steppes à *Aristida rufescens*, *Eriosema procumbens*, *Loudetia simplex*, *Trachypogon spicatus* et *Hyparrhenia rufa* selon la topographie ;
- Les forêts sclérophylles basses (800-1800m) appartenant à la série à *Uapaca* et à *Sarcolaena* (Humbert, 1955) sont faiblement représentées sous forme d'îlots dans la partie Sud de la région (ex : Manandona, Ibity). Sous l'action des facteurs de dégradation (feu de brousse, déboisement,...) ; elles laissent place aux savanes herbeuses ou à des pseudo steppes ;
- Les forêts denses humides sempervirentes (800-1800m) de la « série à *Tambourissa* et *Weinmannia* » par Humbert (1955) s'observent dans l'extrême partie Sud Est de la région à Sahatrendrika. Des savanes ou des formations steppiques à base d'*Aristida rufescens* et de *Ctenium concinum* constituent le stade ultime de leur dégradation, qui actuellement occupe des surfaces considérables (Andriamiarisoa & Andrianarivelo, 2002).

Formation savanicole

Faisant suite aux formations climaciques, les formations savanicoles ou steppiques occupent les terrains non aménageables et non aménagés en champs de culture dans la région. Ce sont des savanes dominées par *Aristida rufescens*, *Ctenium concinum* *Hyparrhenia rufa*... qui constituent le stade ultime de dégradation des formations climaciques.

Agriculture et reboisement

- Agriculture

Possédant un climat propice à l'agriculture et bénéficiant de l'existence des organismes de recherche comme FIFAMANOR et FOFIFA, de l'assistance des promoteurs ruraux (ONG, associations ...) et des centres de formations tels que FORMAGRI et SEFAFI qui assurent la professionnalisation des agriculteurs, la région d'Antsirabe est une zone de polyculture avec prédominance de la riziculture.

Les bas fonds sont aménagés en rizières et les versants en champs de cultures vivrières sèches (maïs, haricots, soja,...). L'étendue des surfaces cultivables et cultivées dans la région est représentée dans le tableau 1.

Selon la date de repiquage du riz, la zone d'étude peut être subdivisée en deux zones :

- la partie Ouest (Ambohidrano, Betafo), Sud- Ouest et Sud (Manandona, plaine de Belazao) plus irriguée permet le repiquage du riz dès Octobre et Novembre, avant les cultures sèches ;
- dans la partie Nord, Nord-Est et Est (Andranomanelatra, Antsoantany, Mandray) à altitude plus élevée, le milieu est plus sec ; l'irrigation est plus difficile et les cultures sèches précèdent la riziculture dont le repiquage s'effectue en Décembre et Janvier.

Tableau 1: Les surfaces cultivables et cultivées des rizières et des « tanety ».

Type de surface	Surfaces cultivables (Ha)	Surfaces cultivées (ha)
Rizières	2542	2138
Tanety	5012	2530

Source : Monographie de la sous-préfecture d'Antsirabe, 2003.

Les surfaces occupées par les différents types de cultures dans les trois sous préfectures de la région sont représentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Les surfaces occupées par les différentes cultures dans les 3 sous préfectures de la région d'Antsirabe.

	Antsirabe I	Antsirabe II	Betafo
Riz irrigué (km ²)	2138	19344	27930
Riz pluvial (km ²)	185	463	1750
Pomme de terre (km ²)	307	5527	759
Mais (km ²)	2167	14009	7815
Haricots (Km ²)	415	6887	1238

Source : Monographie de la préfecture d'Antsirabe, 2003.

- Reboisement

La couverture forestière de la région est très faible, largement en dessous de la moyenne nationale (03%). Les stations forestières occupent 324Ha, le périmètre de reboisement 855 Ha alors que les surfaces brûlées et déboisées s'élèvent à 1.000Ha (Monographie de la préfecture d'Antsirabe, 2003).

3. METHODOLOGIE

Selon Boullard (1988), la phénologie est l'étude au cours des temps (au fil des saisons) de l'influence des conditions climatiques locales sur le

comportement physiologique des végétaux : germination, croissance, floraison, fructification,...

3.1. Sites de suivi et choix des espèces

Le suivi phénologique de la floraison a été effectué dans les parcelles de relevé et dans les végétations spontanées dont les espèces qui les composent sont abondantes à une période donnée.

Seule l'évolution de la floraison des espèces abondantes et caractéristiques est présentée dans le calendrier de floraison.

3.2. Périodicité des suivis

Le suivi phénologique a été effectué à partir de Décembre 2003 jusqu'en Novembre 2004. Chaque observation a été espacée de 15 jours.

Méthode utilisée

La méthode de suivi phénologique utilisée a été la même pour les espèces dans les parcelles de relevé et pour celles hors des parcelles. Les informations ont été collectées sur des fiches de suivi phénologique.

La floraison a été étudiée au niveau de l'individu, au niveau de la population et au niveau de la strate.

- Au niveau de l'individu

Les espèces ligneuses ont fait l'objet d'un suivi phénologique de la floraison. La floraison des espèces d'arbres et arbustes a été suivie de la manière suivante :

- 20 individus de la même espèce pris au hasard ont été marqués à l'aide de flag en cellophane ;
- ces individus ont été numérotés de 01 à 20 ;
- les stades phénologiques de chaque individu et de chaque espèce ont été suivis selon les échelles que nous avons préconisées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Echelle pour le suivi phénologique de la floraison d'un individu.

Stade phénologique	Pourcentage de fleurs ouvertes
Végétatif	Aucune fleur ouverte (0 %)
Début de floraison	< à 25 %
Pic de floraison	50 à 75 % de fleurs ouvertes
Après pic de floraison- début de fructification	25 % de fleurs ouvertes, les restes sont des fruits.

La fiche de suivi phénologique au niveau de l'individu est présentée en annexe I.

▪ **Au niveau de la population**

Le stade phénologique d'une espèce est obtenu en suivant l'échelle établie dans le tableau 4.

Tableau 4 : Echelle pour le suivi phénologique de la floraison au niveau de la population.

Stade phénologique	Pourcentage d'individu en floraison
Végétatif	Aucun individu de l'espèce n'est en floraison
Début de floraison	Moins de 25 % des individus sont en fleur
Pic de floraison	50 à 75 % des individus sont en fleur
Après pic de floraison- début de fructification	25 % des individus en floraison, les autres restants au stade de fructification.

La fiche de suivi phénologique utilisée est présentée en annexe II.

Il convient de noter que la floraison d'une espèce varie d'une station à une autre : la première apparition des fleurs a été alors considérée comme étant le début de la période de floraison, quelque soit le type de station. Cette période prend fin avec la disparition de la dernière fleur.

▪ Au niveau de la strate

En 1994, Hall S.A. a démontré qu'il y a des différences sur l'afflux moyen de pollen entre les savanes à faible hauteur et les savanes de grande taille.

A Antsirabe, une observation de la floraison au niveau des différentes strates des formations végétales rencontrées a été effectuée. *Le but est de recueillir des informations sur la floraison des espèces dans leur strate d'appartenance respective* tout en connaissant la hauteur moyenne de chaque strate.

L'évolution de la floraison dans une strate donnée a été estimée par une valeur T exprimée par le rapport entre le nombre des espèces en fleur dans la strate à un moment donnée et le nombre d'espèces présentes. La valeur T a été déterminée pour chaque observation et pour chaque type de formation végétale.

$$T_i (\%): \frac{\text{Nombre d'espèces en fleurs}}{\text{Nombre total des espèces}} \times 100$$

Le tableau 5 permet de suivre l'évolution de la floraison dans les strates des différentes formations végétales. La première colonne est consacrée aux types de formation, la seconde porte sur les strates délimitées et les autres colonnes restantes portent sur les valeurs de T calculées à chaque observation.

Tableau 5: Tableau de suivi de la floraison au niveau des strates des différents types de formations végétales.

Type de formation végétale	Date de suivi	14/12/03	29/12/03	13/01/04	...
	Strates d'appartenance		3	4	
Savane avec ou sans éléments ligneux	Supérieure	T1	T2	T3	
	Moyenne	T1	T2	T3	
	Inférieure	T1	T2	T3	
...					

La superposition du calendrier de floraison obtenu avec la température et la précipitation permet de traduire la corrélation entre rythme végétatif et rythme climatique.

4. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Toutes les espèces recensées dans les parcelles de relevé et caractéristiques des végétations spontanées et des peuplements remarquables dans la région ont fait l'objet d'un suivi phénologique. Seule l'évolution des stades phénologiques des espèces caractéristiques et abondantes est présentée dans le calendrier de floraison (tableau 6).

Le mois y est subdivisé en quatre semaines où on peut suivre le début de la floraison, la floraison maximale et la fin de la floraison.

La floraison des Cyperaceae (*Cyperus erectus*, *Cyperus compactus*, *Fimbristylis squarosa*, *Fimbristylis* sp., *Killingia cylindrica*) est notée en Décembre et Janvier.

Pour les Poaceae, *Ctenium concinum* est en pleine floraison à la fin du mois de Janvier et en début Février ; *Setaria pallidifusca* et *Pennisetum polystachion* ont la même période de la floraison et l'épanouissement des fleurs a lieu au mois de Février ; *Panicum brevifolium* et *Rhynchelytrum repens* fleurissent à partir de la fin du mois de Février jusqu'au début Avril ;

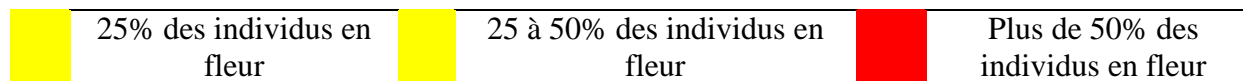
Urelytrum squamosum est en floraison entre fin Mars et début Avril. La floraison de *Hyparrhenia rufa* et *H.cymbaria* est noté respectivement en Mars jusqu'au début Mai.

Aristida rufescens et *Aristida similis* terminent la floraison des POACEAE entre Juillet et mi-Août. *Zea mays* et *Oryza sativa* sont en pleine

floraison en Février et Mars. A partir de Mars, *Tithonia biperinata* et *Cosmos caudatus* dominant la végétation environnante. Leur floraison se situe au mois de Mars et début Avril.

Tableau 6 : Calendrier de floraison des espèces abondantes et caractéristiques de la Région d'Antsirabe (Dec 2003 – Nov 2004)

espèces	Mois												
<i>Ligustrum sp</i>													
<i>Cyperus compactus</i>													
<i>Taraxacum officinale</i>													
<i>Ctenium concinum</i>													
<i>Pennisetum polystachion</i>													
<i>Rhynchelytrum repens</i>													
<i>Oryza sativa</i>													
<i>Echinochloa crusgallis</i>													
<i>Setaria pallidefusca</i>													
<i>Emilia ascendens</i>													
<i>Oldenlandia triumfeta</i>													
<i>Zea mays</i>													
<i>Panicum brevifolium</i>													
<i>Cassia mimosoides</i>													
<i>Tithonia bipirinata</i>													
<i>Cosmos caudatus</i>													
<i>Hyparrhenia rufa</i>													
<i>Philippia pilosa</i>													
<i>Hyparrhenia cymbaria</i>													
<i>Cupressus sp</i>													
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>													
<i>Aristida rufescens</i>													
<i>Aristida similis</i>													
<i>Acacia dealbata</i>													
<i>Pinus keshya</i>													



Pour les Fabaceae, *Cassia mimosoides* est en pleine floraison depuis Mars jusqu'au début du mois d'Avril. La floraison d'*Acacia dealbata* est notée depuis la fin du mois de Juillet jusqu'à la fin du mois d'Août.

Parmi les AsteraceaE, la floraison de *Taraxacum officinale* est la plus étalée : du mois de janvier jusqu'au mois de Mars. Le mois de Mars est la période de floraison maximale pour *Cosmos caudatus* et *Tithonia bipirinata*.

Le tableau 7 suivant montre la période de floraison des principales familles rencontrées.

Tableau 7 : Période de floraison des principales familles de plantes de la région.

Période de floraison	Familles
Décembre-janvier	CYPERACEAE
Janvier-Mai (sauf pour <i>Aristida rufescens</i> et <i>A.similis</i> en Juillet-Août)	POACEAE
Février-mars	ASTERACEAE
Avril, Mais, Juin	MYRTACEAE
Fin Avril-Mai	CUPRESSACEAE (<i>Cupressus sp</i>)
Août	ABIETACEAE (<i>Pinus keshya</i>)

4.1 Phénologie par strate

La phénologie des espèces dans les différentes strates délimitées pour quatre types de végétation a été suivie et représentée dans le tableau 8 suivant.

Tableau 8 : Période de floraison par type de formation et par strate.

Type de végétation	Strate (hauteur moyenne)	Floraison		
		Début	Pic	Fin
Formation savanicole	Inférieure (<20cm)	Décembre	Février	Mars
	Moyenne (<70cm)	Décembre	Février	Mars
	Supérieure (80cm))	Mars	Avril – Mai ; Août	Juin
Groupement à <i>Oryza sativa</i>	Supérieure	Janvier	Fin Février	Mars
Groupement à <i>Zea mays</i>	Supérieure	Janvier	Fin Février – début Mars	Avril
Groupement à <i>Taraxacum officinale</i>	Supérieure (30 à 60cm)	Fin Novembre	Décembre –début Mars	Mai

Deux périodes de floraisons ont été notées pour la strate supérieure des formations savanicoles. La première est en Mars, Avril et Mai relative à la floraison de *Ctenium concinum*, *Pennisetum polystachion*, *Setaria pallidifusca*, *Cosmos caudatus*, *Hyparrhenia rufa* et *H.cymbaria*. La seconde est au mois de Juillet et Août avec la floraison de *Aristida similis*, *Aristida rufescens* et *Acacia dealbata*.

4.2. Relation entre la floraison, la température et la pluviométrie

Deux périodes marquant la floraison des taxons abondants et caractéristiques de la région ont été délimitées :

- la période de floraison des herbacées (Janvier jusqu'au début Avril) ;
- la période de floraison des arbres et arbustes (Juin à Septembre)

Ces deux saisons ont été comparées avec deux facteurs météorologiques qui sont la température et la précipitation (Figure 1). Le résultat montre que la floraison des plantes à Antsirabe présente une relation avec la température et la précipitation.

5. DISCUSSIONS

L'ensemble des observations a permis de mettre en évidence la succession des floraisons :

- Janvier jusqu'au début du mois d'Avril est la période de floraison des herbacées qui sont généralement représentées dans la région par les familles des Poaceae, Asteraceae, Commelinaceae et les Cyperaceae ;
- Fin Avril jusqu'à Mai est relatif à l'après période de floraison des herbacées. Seules quelques espèces herbacées fleurissent (*Hyparrhenia cymbaria*, *Philippia pilosa*...);
- Juin à Septembre est la période de floraison des arbres et arbustes. On y note la floraison de *Acacia dealbata*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Pinus keshya* et des principaux arbres fruitiers de la région notamment de la famille des Rosaceae ;
- Octobre jusqu'à Décembre est l'avant période de floraison des herbacées.

Aspect phénologique

Les périodes de floraison des taxons abondants et caractéristiques de la région se succèdent au cours de l'année. Elles semblent présenter une relation étroite avec la température et la précipitation et traduisent les corrélations entre rythme végétatif et rythme climatique.

- La **période de floraison des herbacées** a été notée durant les mois les plus arrosés et les plus chauds qui sont Janvier, Février et Mars. La longue durée de cette période peut être due à la floraison successive des herbacées, qui, sont floristiquement riches dans la région.

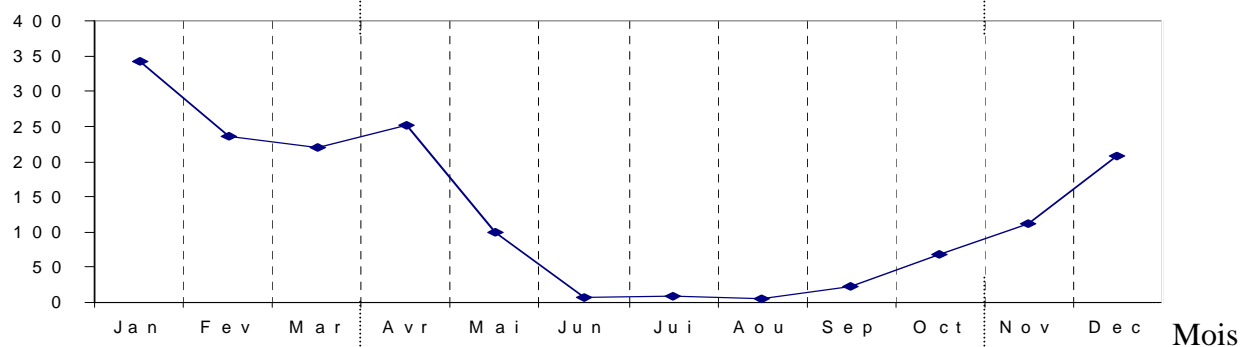
Des mécanismes physiologiques tels que le photopériodisme et la thermoinduction chaude qui influence l'induction florale et la floraison peuvent expliquer ce phénomène (Dumas, 1984).

CALENDRIER DE FLORAISON

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Période de floraison	Floraison des HERBACEES			Après floraison des herbacées		Floraison des ARBRES et ARBUSTES			Avant floraison des herbacées.			
Principaux taxons abondants en floraison	POACEAE, ASTERACEAE			<i>Hyparrhenia cymbaria, Philippia pilosa</i>		<i>Pinus keshya, Acacia dealbata, Aristida rufescens, Aristida similis,</i>			-			
				<i>Cupressus sp, Eucalyptus camaldulencis</i>		-						

PRECIPITATION

P (mm)



T (°C)

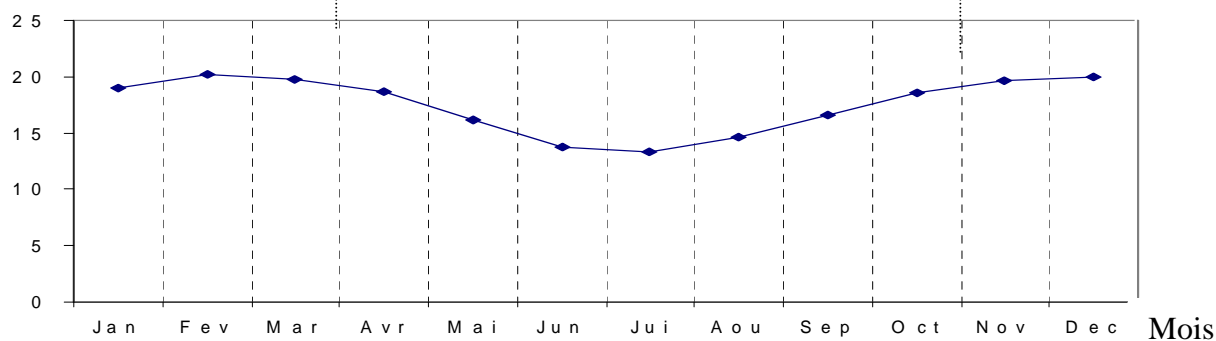


Figure 1. Calendrier de floraison, précipitation et température.

- Vers la fin du mois d'Avril jusqu'au mois de Mai, l'après période de floraison des herbacées est relative à la diminution de la température, de la précipitation et du nombre d'espèces herbacées en fleurs.

- La **floraison des espèces ligneuses** (*Pinus keshya*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Cupressus sp.*) a été enregistrée pendant les mois les plus secs et frais : Juin, Juillet, Août et Septembre, avec la floraison tardive de deux espèces de Poaceae *Aristida similis* et *Aristida rufescens*.

L'acquisition de l'aptitude à fleurir de ces espèces est causée par une certaine quantité de froid naturellement apportée aux plantes par les conditions hivernales (Dumas, 1984).

6. CONCLUSION

Compte tenu des observations portées sur l'aspect fonctionnel, précisément la phénologie de la floraison des plantes caractéristiques de la végétation d'Antsirabe, il a été constaté que les périodes de floraison se succèdent au cours de l'année et semblent présenter une relation étroite avec la température et la précipitation.

- La période de floraison des espèces herbacées qui sont représentées généralement par des Poaceae (*Ctenium concinum*, *Hyparrhenia rufa*, *Hyparrhenia cymbaria*, *Oryza sativa*, *Pennisetum polystachion*, *Rhynchelytrum repens*, *Setaria pallidifusca*, *Zea mays*, *Urelytrum squamosum*,...), des Asteraceae (*Cosmos caudatus*, *Emilia ascendens*, *Taraxacum officinale*, *Tithonia bipirinata*,...), des Commelinaceae comme *Commelina lialii* et *Commelina madagascariense* et des Cyperaceae telles que *Cyperus compactus*, *Cyperus erectus*, *Fimbristylis squamosa* et *Fimbristylis sp* s'effectue au cours de la saison chaude et humide (janvier jusqu'au début avril).

- La période de floraison des arbres et arbustes *Eucalyptus camaldulensis*, *Pinus keshya*, *Acacia dealbata* et deux espèces de Poaceae : *Aristida rufescens* et *Aristida similis* a été notée durant la saison sèche et fraîche.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Andriamiarisoa, L.R., Andrianarivelo, S.N., 2002 - Phytoécologie des savanes et approche épidémiologique des pollinoses en rapport avec la phénologie des espèces caractéristiques de la végétation de la région d'Antsirabe. Mémoire de DEA. Univ. Antananarivo, 157p.

Boullard, B., 1988 - Dictionnaire de botanique. Collection Ellipses, édition marketing, Paris, 398p.

CIRAGRI, 2003 - Monographie de la sous préfecture d'Antsirabe I. M.A.E.P., 10p.

Cornet, A., 1974 - Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar. Note explicative, n°55, ORSTOM, Paris, 28p.

- Davies, R., Smith, L. P.**, 1973 - Forecasting the start and severity of the hay fever season. Clin. Allergy, 3.
- Dumas, C. 1984** - La fleur : données physiologiques et rappels morphologiques concernat la fleur et l'inflorescence. pp13 – 30. *In* Pollinisation et productions végétales. Ouvrage collectif dirigé par P. PESSON et J. LOUVEAUX, INRA, Paris, p : 91- 95.
- Emberger, L., Goudron, M., Le Floch, E., et Sauvage, CH., 1983-** Analyse phytosociologique de la végétation. CNRS. Paris.
- Equipe Permanente de Pilotage, (PADR), 2001-** Le programme régional de développement rural (GTDR.1- VAKINANKARATRA), MINAGRI, 67 p.
- Faramalala, M., Rajeriarison, C.**, 1999 - Notice de la carte des divisions des zones écofloristiques de Madagascar, ANGAP, 43p.
- Hall S. A., 1994** - Modern pollen influx in tallgrass and shortgrass prairies, southern Great Plains, USA. *In* Grana Vol.33 No. 6. pp 321 – 326.
- Humbert, H., 1955** - Les territoires phytogéographiques de Madagascar, in colloques internationaux du CNRS, LXI : les divisions écologiques du monde ; Année biologique 3 (31), pp. 439- 448.
- Ickovic, M. R., 1988** - The french aerobiological monitoring network : two years of clinical experience (1986- 1987). Aerobiologia.
- Laaidi, M., 2000** - Pollution biologique et santé. *In* <http://www.ac-reims.fr/datice/hist-geo/fig.htm>
- Perrier de la Bathie, H.**, 1921 - La végétation malgache. Ann.Mus. Colon. Marseille,3 (9), 268p.
- Rajeriarison, C.1984** - Influences des formations végétales malgaches et des principaux facteurs climatiques dans la composition des flux polliniques atmosphériques de la région de Tananarive (Madagascar), au cours de trois cycles annuels (1979, 1980, 1981). Thèse de Doctorat d'Etat. Univ. Montpellier, 150p.
- Rakotoarimanana, M., 2000** - Diagnostic clinique et biologique de la pollinose aux graminées à Antananarivo chez l'adulte. Thèse de Doctorat en Médecine, Faculté de Médecine, Université d'Antananarivo, 109p.
- Ramanantsialonina, H. M., 1998** - Evolution de la faune et des dégâts aux cultures en fonction du mode de gestion des sols. Mémoire d'ingénieur en Agronomie. Univ. Antananarivo. 89 p.
- Ramavovololona, 1998** - Etude palynologique et immunoallergique de huit espèces de Graminées et d'une espèce d'Asteraceae (Compositae) commune de Madagascar. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Antananarivo, 171p.

Zebrowski, Cl., Ratsimbazafy, Cl., 1979 - Carte Pédologique de Madagascar à 1/100.000. Office de la recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, ORSTOM, Paris.

ANNEXE I

FICHE DE SUIVI PHENOLOGIQUE PAR INDIVIDU.

Parcelle N° :

Localité :

Coordonnées géographiques :

Latitude :

Longitude :

Altitude :

Exposition :

Date de début du suivi :

Espèces	Stade biologique au début du suivi	Date :	17/12/03	23/12/03	...		
sp1	vgtf	X					
...							

X : pourcentage de **fleurs ouvertes**.

ANNEXE II

FICHE DE SUIVI PHENOLOGIQUE POUR UNE ESPECE.

Parcelle N° :

Localité :

Coordonnées géographiques :

Latitude :

Longitude :

Altitude :

Exposition :

Date de début du suivi :

Espèces	Stade biologique au début du suivi	Date :	17/12/03	23/12/03	...		
sp1	vgtf	X					
...							

X : pourcentage des individus en fleur.