



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES EAUX ET FORETS
B.P. 1250 Tel (261 20) 22 316 09 / E.mail : essa.forets@univ-antananarivo.mg
Antananarivo (101) MADAGASCAR

Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie

Sciences Agronomiques

Option

Foresterie-Environnement-Développement

Mem DEA N° 12/2005/EFOR

EVALUATION DE LA RESSOURCE « BAMBOU » EN VUE DE SON UTILISATION DURABLE

Cas de Vohiparara et d'Ambalavero dans le corridor forestier
Ranomafana-Pic d'Ivohibe

Soutenu le

19 octobre 2005

par

ANDRIAMAROVOLOLONA Mijasoa Miandravola

(Promotion Ravinala 2004-2005)

devant le Jury composé de

Président : Professeur RAKOTOZANDRINY Jean de Neupomuscène
Rapporteur : Professeur RAJOELISON Gabrielle
Examineurs : Docteur DRANSFIELD Soejatmi
Docteur JONES Julia



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES EAUX ET FORETS
B.P. 1250 Tél (261 20) 22 316 09 / E.mail : essa.forets@univ-antananarivo.mg
Antananarivo (101) MADAGASCAR

Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie

Sciences Agronomiques

Option

Foresterie-Environnement-Développement



Soutenu le

19 octobre 2005

par

ANDRIAMAROVOLOLONA Mijasoa Miandravola

(Promotion Ravinala 2004-2005)

devant le Jury composé de

Président : Professeur RAKOTOZANDRINY Jean de Neupomuscène
Rapporteur : Professeur RAJOELISON Gabrielle
Examineurs : Docteur DRANSFIELD Soejatmi
Docteur JONES Julia

“Ne crains rien, car Je suis avec toi, ne promène pas des regards inquiets car Je suis ton Dieu, Je te fortifie, Je viens à ton secours, Je te soutiens de ma droite triomphante” Esaie 41:10

Sans ta parole, je ne serai jamais arrivée à bout de ce parcours. Merci.



VOKATRY NY ALA

Vokatry ny Ala résulte d'une coopération entre Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques-Département des Eaux et Forêts (ESSA-Forêts), Université d'Antananarivo et School of Agricultural and Forest Sciences (SAFS), Université de Pays de Galles à Bangor. C'est une Association financée par *Rufford Small Grants for Nature Conservation*. Elle travaille en collaboration avec la Direction des Eaux et Forêts, l'Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées (ANGAP) et les communautés locales de base (COBA).

Littéralement, Vokatry ny Ala veut dire « produits forestiers ». Elle a pris son nom en travaillant sur l'évaluation des produits forestiers non ligneux. Vokatry ny Ala voit l'exploitation rationnelle des ressources forestières comme outil de conservation et de développement.

Sa mission est d'aider les communautés locales à tirer profit de leurs ressources forestières d'une manière durable. Ses activités concourent à accomplir cette mission et tournent autour de trois objectifs spécifiques :

1. Faire des recherches, aussi bien écologiques que socio-économiques, pour une meilleure connaissance et une gestion durable des ressources forestières.
2. Assister et renforcer la capacité organisationnelle des institutions communautaires (COBA ou autres) pour une meilleure gestion.
3. Fournir des opportunités aux communautés locales afin qu'elles puissent réaliser leur projet de développement.

Le site du projet est le corridor forestier reliant le Parc National de Ranomafana et la Réserve Spéciale de Pic d'Ivohibe dans la forêt humide de l'Est de Madagascar.

La présente recherche étudie le bambou, un produit forestier non ligneux très utilisé dans cette zone. Elle s'intitule : « *Evaluation de la ressource « bambou » en vue de son utilisation durable -Cas de Vohiparara et d'Ambalavero dans le corridor forestier Ranomafana-Pic d'Ivohibe-* »



REMERCIEMENTS

Ce travail a pu être mené à terme grâce aux précieux aides et soutiens que j'ai bénéficié tout au long de ce parcours. Un grand merci à tous ceux qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Cette étude a été effectuée avec l'Association Vokatry ny Ala qui ne s'est pas limitée pas au financement de la recherche mais qui m'a été une vraie famille. A toute l'équipe de Vokatry ny Ala (Neal Hockley, Julia Jones, Fortunat Andriahajaina et Jean Randriamboahary) et les équipes sur terrain à Vohiparara (Koko, Sabo, Zefa, Guy, Philbert) et à Ambalavero (Mongo, Nary, Tata, Zore, Romain), vous avez été tout simplement indispensables, ce mémoire n'aurait jamais vu le jour sans votre appui : merci pour tout !

Des remerciements particuliers sont aussi adressés aux personnes suivantes :

- Professeur RAKOTOZANDRINY Jean de Neupomuscène, Directeur Scientifique de la formation 3^{ème} cycle à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Département des Eaux et Forêts (ESSA Forêts) et Président de Jury de ce mémoire, merci de votre dévouement pour la formation ;
- Professeur RAJOELISON L. Gabrielle, Chef de Département de l'ESSA Forêts et encadreur académique de ce mémoire ; malgré toutes vos obligations et responsabilités, vous vous êtes arrangée pour trouver du temps à diriger cette étude (merci pour le grand tour final à Ambositra !);
- Docteur DRANSFIELD Soejatmi (Royal Botanic Gardens, Kew) a été un formidable conseiller malgré la distance. Mes premiers pas dans le monde des bambous ne sont pas des plus brillants mais vous avez été très patiente et toujours si attentionnée. Vos conseils, expertises, appuis et les nombreux articles ont été très constructifs et vous avez été très convaincante en communiquant votre amour pour les bambous. Soyez assurée de mes profondes gratitudees ;
- Docteur JONES J. P. Julia (Vokatry ny Ala) a accepté d'examiner ce mémoire, merci de votre intérêt pour ce travail. Des remerciements particuliers pour avoir accepté de se déplacer à Antananarivo et de se soumettre à nos formalités (sachant que le français n'est pas votre langue favorite !). Merci également pour le soutien moral durant toute l'étude ;
- Neal HOCKLEY (Vokatry ny Ala et School of Agricultural and Forest Sciences (SAFS), Université de Pays de Galles à Bangor) a été un singulier encadreur technique. Vos conseils étaient décisifs dès le choix du sujet. Merci de m'avoir lancé le défi de travailler sur ce sujet (et les mystérieuses descriptions en latin). Merci pour tous les conseils et soutiens durant toute l'étude ;

- Docteur John HALL (SAFS, Université de Pays de Galles à Bangor) et Neal HOCKLEY n'ont pas ménagé leurs efforts pour fouiller les bibliothèques britanniques. Leur recherche a fourni une impressionnante quantité d'ouvrages pour la bibliographie et constitue la base même de cette étude. Sans votre aide, cela aurait été complètement différent ;
- A Fianarantsoa, la famille RANDRIANASOLO Emmanuel et Neal HOCKLEY et Julia JONES ont été si généreux en m'accueillant dans leurs foyers. Merci de m'avoir ouvert vos maisons et vos cœurs ;
- Pour toute l'équipe de l'ESSA Forêts, merci d'avoir partagé avec nous les bons moments comme les angoisses de toutes ces années de formation ;
- Les communautés locales à Ambalavero, Andrambovato (particulièrement Sylvestre Ramanantsoa) et à Vohiparara, merci pour votre accueil et intérêt pour cette étrange étudiante qui court après les bambous ;
- A ma famille et mes amis, vous ne méritez pas les crises de stress que vous avez enduré mais vous étiez toujours présents pour offrir des soutiens infailibles dans les moments difficiles, merci ;
- A tout ceux qui ont participé à la réalisation de ce travail, je réitère mes sincères remerciements.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET CARTE	i
LISTE DES PHOTOS.....	ii
LISTE DES ABREVIATIONS.....	iii
GLOSSAIRE	iv
RESUME	v
1. INTRODUCTION.....	1
1.1. Problématique générale	1
1.1.1. Pauvreté et dépendance aux ressources naturelles à Madagascar.....	1
1.1.2. Méthodes d'évaluation des PFNL peu développées	1
1.1.3. Approche protectionniste pour la conservation à Madagascar	2
1.1.4. Approche protectionniste non viable dans les pays dépendant aux ressources naturelles.....	2
1.1.5. Evaluation de la ressource et rôle dans la prise de décision	2
1.2. Objectifs de l'étude.....	3
1.2.1. Contexte et objectif général de l'étude	3
1.2.2. Objectifs spécifiques.....	3
1.3. Hypothèses	4
2. INTRODUCTION AUX BAMBOUS DE MADAGASCAR.....	5
2.1. Généralités.....	5
2.2. Historique de la taxonomie des bambous à Madagascar	6
2.3. Aspects biologique et socio-économique	6
3. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE	10
3.1. Milieu physique	10
3.1.1. Localisation.....	10
3.1.2. Climat	11
3.2. Milieu biologique	12
3.2.1. Végétation.....	12
3.2.2. Faune.....	13
3.3. Milieu humain	13
4. MATERIELS ET METHODES.....	16
4.1. Rappel des objectifs de l'étude.....	16
4.2. Matériels	16
4.2.1. Compilation bibliographique	16
4.2.2. Enquête sur l'identification locale des espèces.....	16
4.2.3. Confrontation bibliographie-identification locale.....	16
4.2.4. Confection de spécimen de détermination.....	17

4.3. Méthodes	17
4.3.1. Bibliographie	17
4.3.2. Méthode Accélérée de Recherche Participative.....	18
4.3.3. Inventaire et observation.....	19
4.3.3.1. Méthodes d'inventaire.....	19
4.3.3.2. Méthodes d'observation.....	22
5. RESULTATS ET INTERPRETATIONS	24
5.1. Présentation de la ressource bambou.....	24
5.1.1. Etat de connaissance sur les bambous du corridor.....	24
5.1.2. Identification locale des espèces.....	25
5.1.3. Identification botanique des espèces exploitées.....	26
5.2. Connaissances locales sur le bambou.....	31
5.2.1. Répartition et phénologie.....	31
5.2.2. Utilisation	31
5.2.3. Mode d'exploitation	34
5.3. Résultats des inventaires et des observations	38
5.3.1. Etats de développement chez les bambous	38
5.3.2. Choix de la méthode d'échantillonnage à adopter	40
5.3.3. Potentialité des deux populations d'intérêt	41
5.3.4. Biologie de reproduction d' <i>Arundinaria ambohitrensis</i>	44
5.3.5. Observation du mode d'exploitation.....	46
6. DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS	48
6.1. Evaluation des impacts des différents modes d'exploitation.....	48
6.2. Discussion sur la méthodologie utilisée	50
6.2.1. Identification par les parties végétatives.....	50
6.2.2. Inventaire des bambous : rigueur biométrique ou efficacité pratique ?.....	50
6.2.3. Observation de la croissance : quels individus et combien ?.....	50
6.3. Discussions sur les principaux résultats	51
6.3.1. Deux espèces ajoutées à la liste des bambous du corridor.....	51
6.3.2. Evolution réelle des populations de bambou	51
6.3.3. Différences notables entre les populations de Vohiparara et celle d'Ambalavero	52
6.4. Vérifications des hypothèses de recherche.....	52
6.5. Recommandations	54
7. CONCLUSION	55
BIBLIOGRAPHIE	57
ANNEXE	

LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET CARTE

- **TABLEAUX**

Tableau 1 : Bambous de Madagascar et leur distribution	7
Tableau 2 : Données climatiques de la station d’Ifanadiana	11
Tableau 3 : Caractéristiques des espèces exploitées	28
Tableau 4 : Caractéristiques des exploitations à Vohiparara	35
Tableau 5 : Description des différentes classes d’age	39
Tableau 6 : Résultats des différentes méthodes d’échantillonnage	41
Tableau 7 : Caractéristiques des deux populations d’intérêt	42

- **FIGURES**

Figure 1 : Principaux type de rhizome chez les bambous	5
Figure 2 : Climat diagramme de la région d’Ifanadiana	12
Figure 3 : Dispositif d’échantillonnage adaptatif par groupe	21
Figure 4 : Importance relative des bambous	32
Figure 5 : Evolution de l’effort requis pour faire l’exploitation	36
Figure 6 : Echantillonnage adaptatif par groupe à Vohiparara	40
Figure 7 : Distribution par classe d’age de la densité moyenne	43
Figure 8 : Evolution du nombre cumulé des jeunes pousses au cours des observations	44
Figure 9 : Croissance moyenne d’ <i>Arundinaria ambositrensis</i>	45
Figure 10 : Schéma de la dynamique de population	48

- **CARTE**

Carte de localisation de la zone d’étude	10
--	----

LISTE DES PHOTOS

Photo 1	: Mur en bambou au Gîte d'étape du Lac Hotel à Andrambovato Gare (FCE)...	9
Photo 2	: Système d'irrigation en bambou à Vohiparara.....	9
Photo 3	: Ambalavero, au cœur des rizières	15
Photo 4	: Assistants-guides à Vohiparara, confectionnant des spécimens	17
Photo 5	: <i>Tsimbolovolo</i> , bambous grimpants qui s'entremêlent sur les arbres.....	26
Photo 6	: <i>Arundinaria ibityensis</i> au sommet du rocher d'Andrambovato	27
Photo 7	: <i>Cathariostachys madagascariensis</i> , le plus grand bambou de Madagascar	27
Photo 8 à 16	: Différents types de bambou	30
Photo 17	: Quelques maisons avec des toits en bambous à Vohiparara	33
Photo 18	: <i>Tranon'ny matanjaka</i> : maison traditionnelle en mur de bambou	33
Photo 19 et 20	: Construction de toit en bambou	34
Photo 21 et 22	: Fabrication des paniers à Antorotosy	37
Photo 23	: Quelques uns des <i>Decaryochloa sp.</i> marqués pour le suivi de croissance.....	47
Photo 24	: Restes d' <i>Arundinaria perrieri</i> laissés par les fabricants de panier	47

LISTE DES ABREVIATIONS

ANGAP	: Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées
CAF /APN	: Cadre d'Appui Forestier/ Agent de Protection de la Nature
COBA	: Communauté de Base
DSRP	: Document Stratégique pour la Réduction de la Pauvreté
ESSA	: Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques
FAO	: Food and Agriculture Organisation
GPS	: Global Position System
IUCN	: The World Conservation Union
MARP	: Méthode Accélérée de Recherche Participative
PFNL	: Produit Forestier Non Ligneux
PNR	: Parc National Ranomafana
PNUD	: Programme des Nations Unies pour le Développement
SACS	: Systematic Adaptive Cluster Sampling
SAFS	: School of Agricultural and Forest Sciences
SNGDB	: Stratégie Nationale pour la Gestion de la Biodiversité
UNEP	: United Nation Environment Programme
WWF	: Worldwide Fund for Nature

GLOSSAIRE

- auricule : appendice se trouvant à la jonction du limbe et de la gaine, prolongement du sommet de la gaine
- chaume : désigne les tiges florifères des graminées
- diffus : se dit d'une touffe dont les chaumes sont lâchement groupés
- entre-nœud : portion de tige comprise entre deux nœuds
- gaine : partie basale de la feuille naissant aux nœuds et entourant la tige
- glabre : sans pilosité d'aucune sorte
- inflorescence : partie florale de la plante formée par le groupement des épillets
- monopodial : type de branchement dans lequel un seul axe dominant donne naissance à plusieurs axes latéraux
- monocarpique : se dit des plantes qui fleurissent une fois dans leur vie puis meurent
- rhizome : tige souterraine portant des feuilles réduites à des écailles et s'enracinant au nœud
- scabérule : muni de petites aspérités courtes et dures rendant une surface ou un bord râpeux au toucher
- sympodial : branchement dans lequel chaque branche successive devient dominant à son tour

Référence : Judziewicz *et al.* 199

RESUME

Faute des connaissances sur les ressources, les gestionnaires de ressources naturelles à Madagascar ont des choix de gestion relativement limités et ont souvent recours à l'approche protectionniste. La ressource bambou a été évaluée dans deux villages du corridor pour fournir des données sur leur identification, le mode d'exploitation et la potentialité de la zone d'étude. Des spécimens de détermination ont été identifiés par un spécialiste. *Decaryochloa diadelpha* et *Arundinaria ibityensis* sont ajoutées à la liste des bambous du corridor. D'après les enquêtes et les observations sur le mode d'exploitation, c'est l'espèce *Arundinaria ambositrensis* qui est utilisée pour la construction. Seuls les bambous matures, de plus de 40 mm de diamètre et plus de 4 m de hauteur sont exploités. Les inventaires quantitatifs et les observations dans des placettes d'observation ont permis de déterminer la potentialité et la reproduction de cette espèce. A Vohiparara seulement 2,43% des chaumes dans la population remplissent les critères d'exploitabilité. Ce taux est de 32% pour la population de bambou d'Ambalavero. Le taux de régénération est de 608 ± 155 pousses/ha avec un taux de mortalité de 27%. Les jeunes pousses croissent à une moyenne journalière de 15,06 cm pour atteindre en deux mois environ sa taille adulte et arrêter la croissance. Compte tenu du mode d'exploitation et de la reproduction des *Arundinaria ambositrensis*, l'exploitation pour la toiture peut être durable. Toutefois, pour le bénéfice de tous les acteurs, la domestication de l'espèce est souhaitable.

Mots clés : Bambou, biologie, exploitation, évaluation, gestion des ressources naturelles, gestion communautaire, corridor forestier Ranomafana-Pic d'Ivohibe, Madagascar

ABSTRACT

Because of the need of knowledge on the resource, there are restricted choices on managing natural resources in Madagascar and protectionism is widely applied. Bamboo resources were surveyed in two villages of the eastern rainforest corridor to provide useful data on their identification, harvesting pattern and the potentiality of the resource. Specimens for determination were examined by specialist. *Decaryochloa diadelpha* and *Arundinaria ibityensis* are recorded for the first time in the corridor. From interviews and survey on the harvesting pattern in the village sites, *Arundinaria ambositrensis* is the species used for construction. Mature culm more than 40 mm in diameter and 4 m length are required. Quantitative inventory and survey of this species reveal that only 2.43% of the culm in the population matches these criteria for Vohiparara population. Ambalavero have a proportion of 32%. Regeneration is about 608 ± 155 / ha with a mortality rate of 27%. Young shoot grow at 15.03 cm/day to reach mature size about 2 months and end growth. Through its reproduction biology and the harvesting pattern for construction, harvesting of *Arundinaria ambositrensis* might be sustainable. However, for the benefit of all the stakeholders, domestication is an important alternative to develop.

Key words: Bamboo, biology, harvesting, survey, resource management, locally based management, corridor Ranomafana-Pic d'Ivohibe, Madagascar

1. INTRODUCTION

Historiquement, une grande variété de produits provenant de la forêt ont été utilisés par l'homme. Pourtant, le développement de l'aménagement forestier s'est focalisé sur le bois d'œuvre, marginalisant les autres produits (Wong et al. 2001). L'intérêt pour les produits forestiers non ligneux (PFNL) est relativement récent. Les recherches y afférentes sont encore en développement. Cette étude est focalisée sur le bambou, un produit forestier non ligneux très utilisé.

1.1. Problématique générale

1.1.1. Pauvreté et dépendance aux ressources naturelles à Madagascar

Madagascar, l'un des tops pays de « mégabiodiversité » (Mittermeier et al. 2004) est également connu pour la pauvreté extrême de sa population. Le Produit Intérieur Brute par habitant (en parité du pouvoir d'achat, en 2002) est de US\$ 740 et l'espérance de vie à la naissance est de 53,4 ans (PNUD 2004). L'accroissement annuel est de 3% et constitue une pression de plus en plus grandissante sur les ressources. D'après le Document Stratégique pour la Réduction de la Pauvreté (DSRP 2003), le revenu de l'économie malgache dépend directement des ressources naturelles pour au moins 50%. En milieu rural, où vit 80% des pauvres (DSRP 2003), nombreuses familles dépendent de l'exploitation des produits forestiers non ligneux (Kremen et al. 1998, Ferraro 2002). Ainsi, pour répondre au défi de rapidité et de durabilité du développement lancé par le Pays, le concept de moyens d'existence durable, dont les ressources naturelles, doit être placé au centre de la préoccupation fondamentale de la stratégie de réduction de la pauvreté (DSRP 2003).

1.1.2. Méthodes d'évaluation des produits forestiers non ligneux (PFNL) peu développées

Les produits forestiers non ligneux sont définis par la FAO (1999) comme « *des biens d'origines biologiques autres que le bois, provenant des forêts, d'autres terrains boisés ou provenant d'arbres hors forêts* ». Il n'existe pas encore de définition unique pour les PFNL mais un point clé dans les définitions est qu'elles excluent le bois d'œuvre. Au cœur du concept, il y a l'idée que le produit présente un intérêt d'utilisation pour la société humaine. Ainsi, toute partie de plante ou d'animal récoltée pour être utilisée peut-être décrite comme un PFNL (Wong et al. 2001).

Dans les pays en voie de développement, des millions de personnes vivent des ressources naturelles/PFNL pour leur subsistance (Bennett & Robinson 2000). Malgré cette importance, les méthodes d'évaluation quantitative des PFNL en général (Wong et al. 2001) et des bambous en particulier ne sont pas encore très développées (Bystriakova et al. 2004). Les chercheurs et praticiens ont développé des méthodologies mais celles-ci sont adaptées à des situations spécifiques locales ou à des espèces ressources particulières. En ce qui concerne les bambous, les bailleurs de recherches, souvent de gros industriels, s'intéressent et financent seulement les recherches sur les espèces à

importante valeur commerciale et à de grande distribution consistant en 38 espèces dont aucune ne se trouve à Madagascar (Bystriakova et al. 2004).

1.1.3. Approche protectionniste pour la conservation à Madagascar

Pour pouvoir établir un plan de gestion des ressources naturelles, des minimums de connaissances sur la biologie de reproduction, la distribution et la disponibilité de la ressource sont nécessaires (Wong et al. 2001). Faut de ces connaissances, les gestionnaires de ressources naturelles à Madagascar ont des choix de gestion limités et ont souvent recours à la méthode « *protectionniste* » par mesure de précaution. Une des grandes stratégies de valorisation de la biodiversité à Madagascar consiste ainsi à élargir le réseau des aires protégées (ANGAP 2001). Lors de sa déclaration à Durban en octobre 2003, le Président de la République a fixé l'objectif de porter la surface des aires protégées de 1,7 millions d'hectares à 6 millions d'hectares en cinq ans. Pour mettre en œuvre cette déclaration, le groupe « vision Durban » aspire à doubler la surface des aires protégées d'ici fin 2005, et plus de 7 millions d'hectares (7 667 080 ha) de zones potentielles en aires protégées ont été identifiées en juillet 2004 (Groupe Vision Durban 2005).

1.1.4. Approche protectionniste non viable dans les pays dépendant aux ressources naturelles

Il est de plus en plus reconnu que, dans de nombreux pays en voie de développement, l'approche protectionniste traditionnelle pour la conservation est à la fois impraticable et immorale (Inamdar et al. 1999). Il ne faut pas s'attendre à ce que les pauvres supportent les coûts de la conservation tant qu'ils ne trouvent pas d'intérêts à agir ainsi (Ferraro 2001 ; Balmford & Whitten 2003). L'approche qui consiste à exclure la communauté de leurs terres traditionnelles au nom de la conservation et se focaliser sur une seule fonction de la forêt en excluant les autres fonctions a été qualifiée par la FAO (2003) comme démodée.

Cette approche protectionniste néglige aussi la valorisation. Elle va à l'encontre de la Stratégie Nationale pour la Gestion Durable de la Biodiversité (SNGDB) qui vise dans son deuxième axe d'orientation « *la valorisation durable de la biodiversité* » (SNGDB 2001). La valorisation n'exclut pas l'exploitation mais pour être durable, elle doit rester dans les limites de la capacité de charge des écosystèmes (IUCN/UNEP/WWF 1991)

1.1.5. Evaluation de la ressource et rôle dans la prise de décision.

Dans les pays en voie de développement, l'utilisation durable ou soutenable des ressources est avancée comme un moyen plus efficace pour la conservation (Feeny et al. 1990). L'initiative de l'exploitation durable provoque généralement un sens de responsabilité pour la gestion des ressources naturelles et est devenu une approche très utilisée pour la conservation (Inamdar et al. 1999). Pourtant, la durabilité est un concept complexe ayant de nombreuses interprétations (Wong et al. 2001). Elle implique beaucoup plus que la traditionnelle « production soutenue » et intègre l'économie, le social, le culturel et la politique (Policansky 1993 ; Ludwig 1993 ; Salwasser 1993 ; Ehlich & Daily 1993).

Actuellement, l'approche la plus recommandée pour les gestions des ressources naturelles basées sur les connaissances scientifiques consiste en la gestion adaptative (Toledo et al. 2003). La gestion adaptative s'agit d'un processus itératif où la ressource est évaluée pour émettre les hypothèses de niveau d'exploitation durable, les hypothèses sont continuellement testées et les exploitations sont adaptées en fonction des résultats des tests (Stem et al. 2005). Selon les cas, la gestion adaptative n'est pas toujours la solution idéale. Les gestionnaires ont généralement le choix entre trois alternatives : négocier un bannissement compensé (ressource trop difficile et trop coûteux à évaluer), évaluer la ressource pour permettre l'exploitation durable (gestion adaptative) ou autoriser l'exploitation sans suivi (laisser-faire) (Hockley et al. 2005).

1.2. Objectifs de l'étude

1.2.1. Contexte et objectif général de l'étude.

Cette étude a été effectuée dans le cadre du projet de recherche Vokatry ny Ala. L'objectif général du projet consiste en la collecte de données pour permettre un choix de politique de gestion des ressources forestières. Le projet travaille surtout sur les ressources forestières non ligneuses et a son site dans le corridor forestier reliant le Parc National de Ranomafana (PNR) et la Réserve Spéciale de Pic d'Ivohibe.

Dans cette région, les bambous constituent une ressource d'intérêt général. Ils intéressent les écologues et sont également très importante pour la vie socio-économique de la communauté locale. Les lémuriens de bambou, une des raisons d'être du Parc National Ranomafana, en dépendent presque exclusivement pour leur alimentation (Tan 2000). Ferraro (2002) avance que plus de la moitié des ménages utilisent le bambou dans la vie quotidienne.

Cette multiplicité d'usages engendre un conflit d'intérêt sur la ressource. Dans la zone périphérique du Parc National Ranomafana, l'exploitation des bambous a été bannie. A Ambalavero, les bambous se trouvent dans la forêt de conservation. Pourtant aucune étude quantitative sur le stock ou le volume de l'exploitation n'a pas été effectuée. Les décisions ont été prises par suite des hypothèses et conduisent à des affrontements entre les gestionnaires de la ressource et les exploitants.

Pour contribuer à résoudre ce problème, l'étude se propose d'étudier les espèces exploitées dans les sites d'étude. Elle s'intitule : « *Evaluation de la ressource « bambou » en vue de son utilisation durable - Cas de Vohiparara et d'Ambalavero dans le corridor forestier Ranomafana-Pic d'Ivohibe -* »

1.2.2. Objectifs spécifiques

Un processus d'évaluation idéal devrait commencer avec la sélection des espèces ou produits, inclure une étude de marché, un inventaire de la ressource, une évaluation de la croissance et des prévisions de rendement, la détermination des niveaux d'exploitation durable, la planification de la gestion et le suivi (Wong et al. 2001). Dans cette étude, trois objectifs spécifiques sont développés :

- **Etudier la biologie des espèces exploitées**

L'identification des espèces présentes dans la zone d'étude et un minimum de connaissance sur leur biologie constituent une étape essentielle vers la détermination de la durabilité d'une exploitation (Wong 2000, Jones 2004). Une identification botanique des espèces exploitées et des informations de base sur leur biologie de reproduction (reproduction, croissance, mortalité, phénologie) ont été investiguées en premier temps dans cette étude.

- **Evaluer l'importance socio-économique et le mode d'exploitation des bambous**

L'évaluation de l'importance socio-économique et l'utilisation des PFNL a été longuement focalisée sur les produits commercialisés marginalisant l'utilisation pour la subsistance (Wong et al. 2001). La considération des utilisations pour la subsistance est nécessaire pour savoir le volume réel d'exploitation et permettre une analyse des besoins comparés avec le stock. Pour cette fin, le mode d'exploitation et les quantités utilisées par les populations locales ont été évalués.

- **Déterminer la potentialité des sites d'étude**

La connaissance de la potentialité des zones d'étude est toujours nécessaire pour n'importe quelle méthode d'évaluation de la durabilité d'une exploitation (Robinson & Redford 1994, Wong et al. 2001, Freckleton et al. 2003). Dans cette étude, la potentialité de la zone d'étude est évaluée quantitativement. La perception locale de la potentialité est aussi investiguée.

1.3. Hypothèses

Hypothèse 1 : A cause de son ancien isolement et l'évolution en parallèle des ses espèces, la biodiversité de Madagascar présente des caractéristiques particulières (Mittermeier et al. 2004). Les bambous de Madagascar ont des caractéristiques biologiques non assimilables aux autres bambous du monde et méritent des études particulières.

Hypothèse 2 : Souvent, la densité de population nécessaire pour maintenir un niveau socio économiquement durable est beaucoup plus élevée que celle nécessaire pour la durabilité écologique (Bennett & Robinson 2000). L'exploitation des bambous dans les sites d'études pourrait être écologiquement durable mais socio économiquement non durable. L'importance socio-économique des bambous est en baisse à cause de la réduction de la disponibilité de la ressource.

La présentation de cette étude est structurée en sept parties : cette première partie explicite la problématique et énonce les objectifs de l'étude, la deuxième partie introduit aux bambous de Madagascar suivi de la partie présentation du milieu d'étude. La quatrième présente la méthodologie adoptée et la cinquième partie présente les résultats qui sont ensuite discutés dans la sixième partie avant de terminer avec la conclusion.

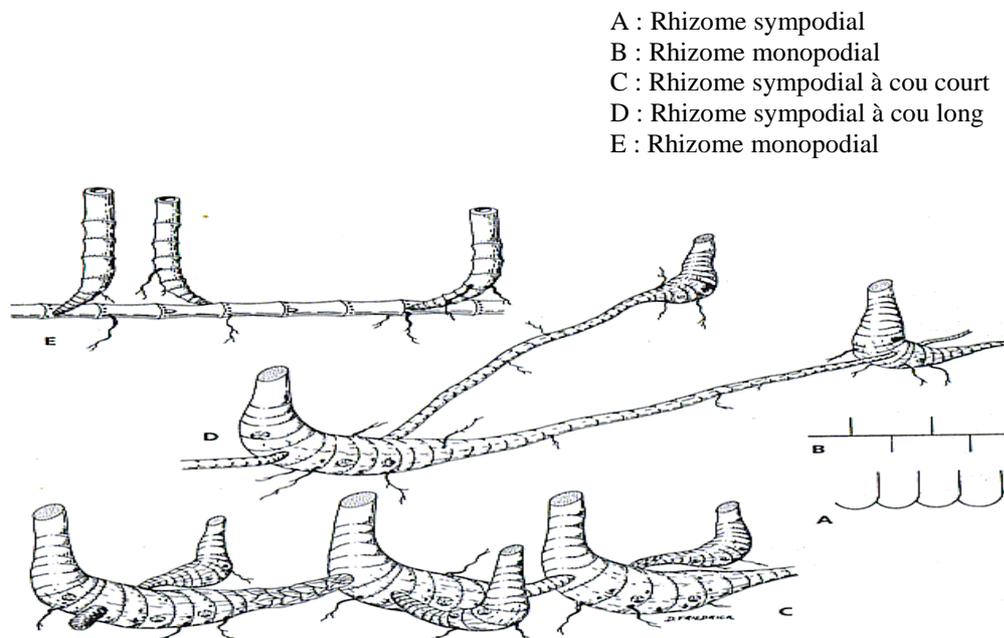
2. INTRODUCTION AUX BAMBOUS DE MADAGASCAR

2.1. Généralités

Les bambous sont des **graminées forestières** (famille des Graminées) et leur cycle de vie, structure, évolution et écologie doivent être compris dans ce contexte (Judziewicz et al. 1999).

La partie végétative des bambous est constituée d'unités qui se répètent. Chaque unité est composée de nœud, d'entre nœud, de feuilles et de bourgeons. L'entre nœud est enveloppé dans la gaine, surtout dans le jeune âge. La tige aérienne est appelée chaume et les tiges de développement souterrain sont appelées rhizomes. Il y a deux principaux types de rhizome : monopodial et sympodial (Figure 1). Le port est déterminé par la position du chaume. Il peut être dressé, dressé à la base puis arqué ou appuyé sur les arbres (désigné dans cette étude semi dressé) ou grimpant comme chez les bambous lianes. Chez les bambous, l'individu est constitué de tous les chaumes reliés entre eux par les rhizomes et les individus forment la population

Parmi les caractéristiques distinctives des bambous, leur croissance et leur floraison sont les plus spectaculaires. Les bambous ont deux phase de croissance : une phase d'élongation, qui dure juste quelque mois et pendant laquelle les bambous atteignent leur taille adulte et une phase de lignification où ils durcissent ou lignifient leur chaume. Pour la floraison, rares sont les bambous qui fleurissent régulièrement. Leur floraison se produit à un intervalle de dizaine à centaine d'années et est souvent suivi de la mort des plantes. Dans de tel cas, ils sont appelés « monocarpiques ».



Source: Judziewicz *et al.* 1999

Figure 1 : Principaux types de rhizome chez les bambous

2.2. Historique de la taxonomie des bambous à Madagascar

Madagascar est particulièrement riche en espèces de bambou comparé aux autres pays africains. Il possède 32 espèces endémiques réparties dans 10 genres alors que le plus riche des pays de l'Afrique n'en possède que 4 espèces. A lui seul, Madagascar compte beaucoup plus d'espèces que le continent africain réuni (Bystriakova et al. 2004).

Kunth a commencé la description en 1829 mais il y a eu très peu d'études dans la deuxième moitié du 19^{ème} siècle : Munro a décrit 2 espèces en 1868. De 1924 à 1960, Camus s'est chargée de décrire les spécimens collectés par Perrier de la Bathie (Camus 1924a, 1924b, 1924c 1925a, 1925b, 1926, 1931, 1946, 1957, 1960). Au terme de la description par Camus en 1960, un total de 27 espèces ont été décrites.

Des années plus tard, vers la fin des années 80, Chao et Renvoize (1989) ont révisé le genre *Arundinaria*. Le Docteur Dransfield (Royal Botanic Gardens, Kew) a également remarqué que l'inclusion de nombreux bambous de Madagascar dans des genres asiatiques tels que *Ochlandra*, *Schizostachyum* ou *Cephalostachyum* est anormale et qu'il faut revoir toutes les descriptions. Malheureusement, les spécimens existant sont relativement limités et consistent essentiellement à des rameaux florifères, manquant de parties végétatives (Dransfield 1998). Les travaux de terrain qu'elle a entrepris à Madagascar de 1988 à 1996 ont abouti à la révision de deux genres *Hickelia* (Dransfield 1994) et *Decaryochloa* (Dransfield 1997) et à la création de trois nouveaux genres *Valiha* et *Cathariostachys* (Dransfield 1998) et le genre *Sirochloa* (Dransfield 2002). Sept autres espèces sont actuellement en cours de révision (Dransfield 2003)

2.3. Aspects biologiques et socio-économiques

Les recherches sur les bambous de Madagascar consistent essentiellement aux études taxonomiques (Dransfield 2003, Bystriakova et al. 2004). Les autres informations qui les concernent sont en général tirées de ces études

- **Distribution**

Les bambous de Madagascar sont distribués essentiellement le long des massifs centraux de l'île et dans la forêt humide de l'est où les habitats naturels subsistent. La distribution de ces espèces selon les auteurs est donnée dans le tableau 1 (page suivante). Les informations sur les habitats restants viennent de Bystriakova et al. (2004). Utilisant les informations sur les lieux de collecte des spécimens, ils ont estimé les habitats compatibles restant pour nos bambous. D'après leur estimation, dix espèces ont moins de 2 000 km² de forêt correspondant à leur habitat (Bystriakova et al. 2004).

Tableau 1 : Bambous de Madagascar et leur distribution.

Espèces	Distribution	Habitat restant	Auteurs
Arundinaria			
<i>ambositrensis</i>	Ranomena (Ambositra), Ranomafana ; forêt, 1 300 m-1 400 m.	1 001-5 000 km ²	Et Tan 2000
<i>humbertii</i>	Andringitra ; forêt 2 000 m	0-500 km ²	
<i>ibityensis</i>	Ibity, rocailles 1 800-2 800 m		
<i>madagascariensis</i>	Tsaratana ; forêt moussueuse, 2 000 m-2 800 m	0-500 km ²	
<i>marojejensis</i>	Marojejy ; forêt moussueuse, 2 000 m	0-500 km ²	
<i>perrieri</i>	Manongarivo, Vohiparara* ; forêt 1000 m	1 001-5 000 km ²	*Lin 1967
Cathariostachys			
<i>capitata</i>	Masoala et Mananara Nord ; forêt, 50-700 m	1 001- 5 000 km ²	
<i>madagascariensis</i>	Analamazaotra à Ranomafana ; forêt, 800-1 200 m	15 001-20 000 km ²	Et Tan 2000,
Cephalostachyum			
<i>chapelieri</i>	Analamazaotra, forêt de basse altitude		
<i>perrieri</i>	Mananara Nord, Ranomafana*, 900m		*Tan 2000
<i>viguieri</i>	Masoala à Analamazaotra, Ranomafana* ; forêt, 50-1 200 m	15 001-20 000 km ²	*Tan 2000
<i>spp</i>	Masoala, forêt, 50 m		
Decaryochloa diadelpha	Analamazaotra, forêt de montagne	1001-5 000 km ²	
Hickelia			
<i>alaotrensis</i>	Lac Alaotra ; forêt, 1 500m	5001-10 000 km ²	
<i>madagascariensis</i>	Haute terre ; forêt montagneuse, 1 000-1 600m, Ranomafana*		*Dransfield 1994
<i>perrieri</i>	Tsaratana, forêt montagneuse, 900-1 200 m	0-500 km ²	
Hitchcockella			
<i>baronii</i>	Andringitra et Manongarivo ; forêt montagneuse.		
Nastus			
<i>aristatus</i>	Manongarivo à Analamazaotra ; forêt montagneuse 900-1 200 m		
<i>elongatus</i>	Andringitra et Ranomafana, forêt montagneuse, 1 000 m	10 001- 15 000 km ²	Et Tan 2000
<i>emirnensis</i>	Analamazaotra, forêt montagneuse, 1 000 m	5001-10 000 km ²	
<i>humbertianus</i>	Andohahela	1001-5 000 km ²	
<i>lokohoensis</i>	Forêt de Lokoho	1001-5 000 km ²	
<i>madagascariensis</i>	Plaine centrale ; forêt	5001-10 000 km ²	
<i>manongarivensis</i>	Forêt de Manongarivo, 500-1 600 m	1001-5 000 km ²	
<i>perrieri</i>	Tsaratana , Vohiparara* ; forêt moussueuse, 1 700 m	1001-5 000 km ²	*Lin 1967
<i>tsaratananensis</i>	Tsaratana ; forêt moussueuse, 2 000 m	0-500 km ²	
Perrierbambus			
<i>madagascariensis</i>	Loky, Mahajanga, forêt sèche de basse altitude.	5001-10 000 km ²	
<i>tsarasaotrensis</i>	Tsarasaotra		
Sirochloa*			
<i>parvifolia</i>	Forêt littorale de la côte Est	10 001- 15 000 km ²	*Dransfield 2002.
Valiha			
<i>diffusa</i>	Marojejy à Ifanadiana ; forêt, espaces ouvertes, 50-500 m	15 001-20 000 km ²	
<i>perrieri</i>	Andrafiarena (Antsiranana) ; forêt	1 001- 5 000 km ²	
<i>sp.</i>	Morondava; forêt sèche.	0-500 km ²	

Source : Dransfield 2003 sauf mention particulière.

- **Morphologie**

Les bambous de Madagascar sont de type sympodial (bambou cespiteux). Le rhizome est constitué de deux parties : le cou et le rhizome propre. Le cou peut-être court de quelques centimètres pour former une touffe dense, ou plus longue, de 40 cm à 4 m, pour former une touffe diffuse ou indistincte. Tous les types de port, dressé, semi dressé et grimpant se rencontrent chez les bambous de Madagascar.

- **Floraison**

La floraison n'est connue que par les dates où des spécimens ont été collectés. On ignore ce qui s'est passé pendant les années où il n'y pas eu de collecte de spécimens. *Decaryochloa* par exemple a fleuri de 1939 à 1942 (Camus 1946) puis de 1989 à 1992 (Dransfield 1997). Les périodes de floraison, longue de 5 ans étaient espacées de 50 ans. Pour *Hickelia madagascariensis*, il y a eu des spécimens fertiles en 1932 et en 1992 (Dransfield 1994). Pour *Cathariostachys madagascariensis*, des spécimens fertiles ont été collectés en 1912, 1987 et 1993 (Dransfield 1998). Toutes ces espèces et d'autres espèces telles que *Cephalostachyum viguieri* paraissent être monocarpiques. Cette dernière a été observée en fleur dans le Parc National Ranomafana en 1997 et les bambous ont périés trois mois après le pic de la floraison en mars 1998 (Tan 2000).

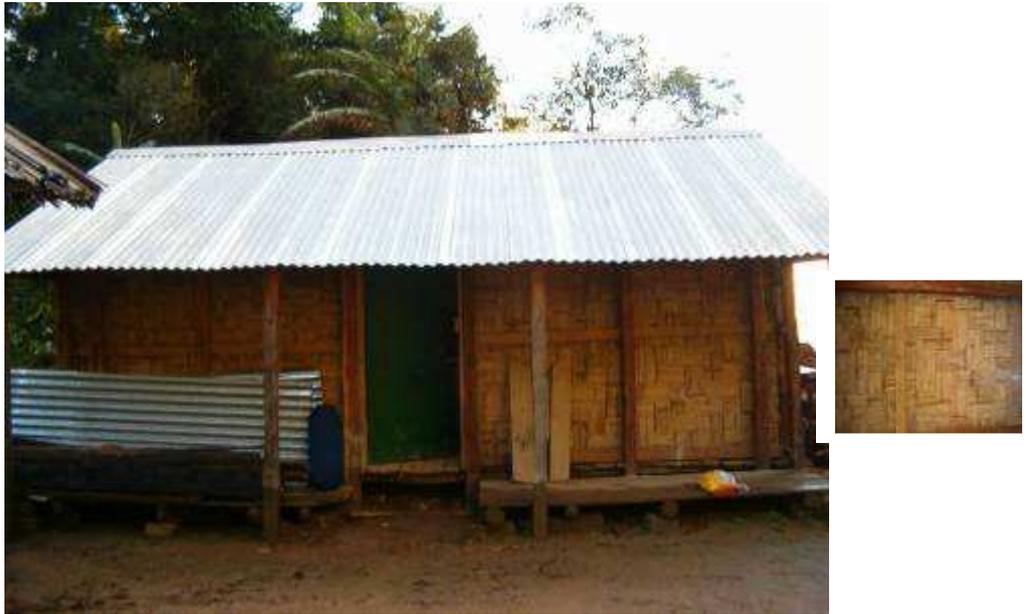
- **Ecologie**

Tan (2000) fournit quelques éléments de biologie de bambou dans son étude sur les lémuriers de bambou au Parc National Ranomafana. Elle a observée la pousse des bambous qui a atteint son maximum aux mois de janvier et de février au moment de son étude (observation de novembre 1998 à octobre 1999). Elle a noté que la pousse de bambou démarre généralement avec la saison de pluie du mi novembre à décembre.

- **Importance et utilisation socio-économique**

Les bambous sont très utilisés dans la vie quotidienne des malgaches. Une maison entière peut être construite à partir des bambous : le toit, le mur, la porte, les palissades, le parquet et le plafond. A l'intérieur, les bambous sont aussi utilisés pour les ustensiles de cuisines, les meubles et les instruments de musique comme le flutte (*sodina*), le hocket en tuyau (*kitratraika*) et la cithare sur tuyau (*valiha*). En agriculture, les bambous sont utilisés comme canaux d'irrigation, tuteur et pour construire des paniers (*garaba*) pour le transport des produits. Divers outils utilisés en pêche tels que les différents types de nasse (*kiribo*, *tandroho*) et la canne à pêche sont aussi fabriqués avec du bambou. La consommation des pousses des bambous n'est pas encore très répandue même si quelques communautés savent que les pousses de certaines espèces sont comestibles (Ratovohery 1993).

Les bambous jouent également un rôle clé dans la conservation en abritant des espèces endémiques menacées d'extinction à très haute valeur de conservation telles que les lémuriers de bambou du genre *Hapalemur* et la tortue *Geochelone yniphora* (Bystriakova et al. 2004).



Source: Auteur 2004

Photo 1 : Mur en bambou au Gîte du Lac Hôtel à Andrambovato Gare (FCE)



Source: Auteur 2005

Photo 2 : Système d'irrigation en bambou à Vohiparara (PNR)

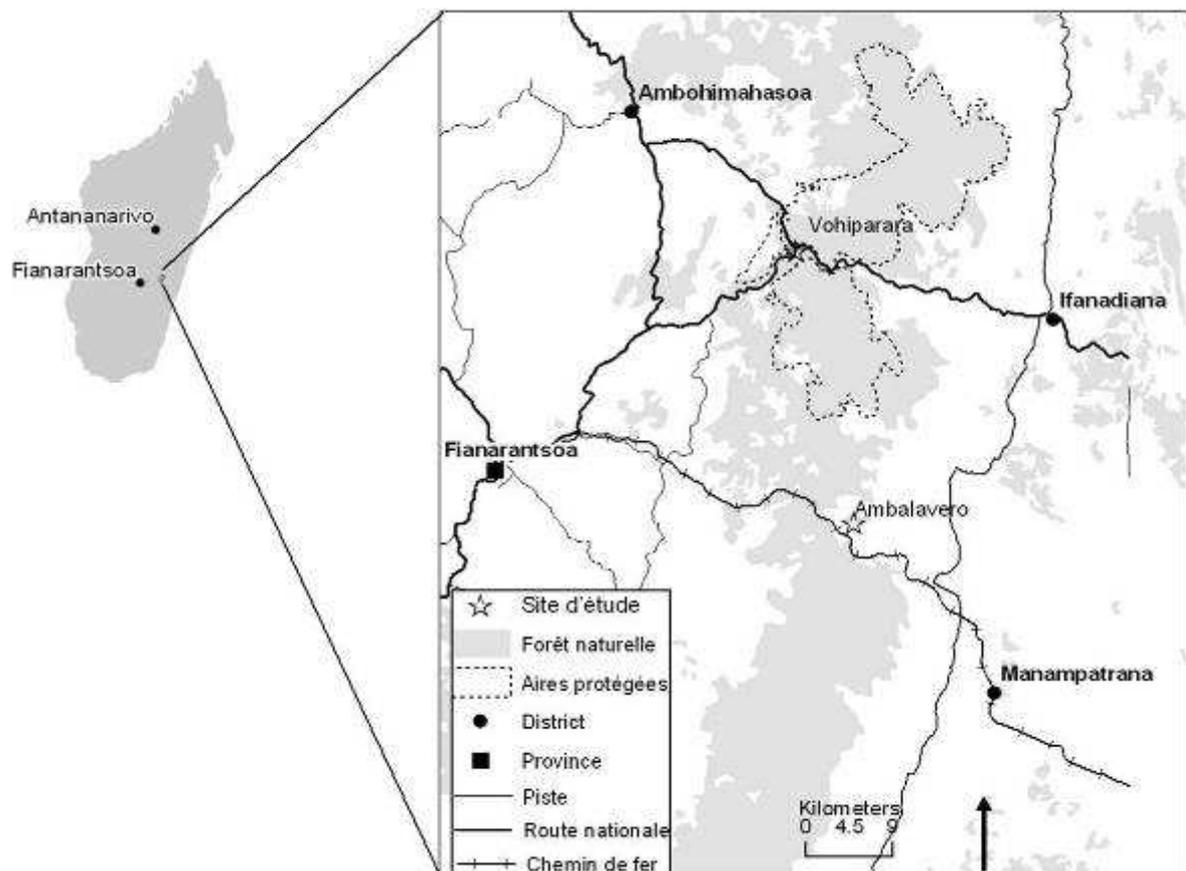
3. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

3.1. Milieu physique

3.1.1. Localisation

L'île de Madagascar constitue l'une des rares nations mondialement reconnue comme une écorégion en soi et unique. Elle compte parmi les centres de biodiversité les plus riches au monde (Mittermeier et al. 2004). La diversité biologique de Madagascar, dont les bambous en particulier, est concentrée dans la formation forestière humide de l'est de l'Ile (Bystriakova et al. 2004).

La zone d'étude (Carte 1) se trouve dans le corridor forestier reliant le Parc National de Ranomafana et la Réserve Spéciale de Pic d'Ivohibe. Ranomafana, la limite nord du corridor est situé à $47^{\circ} 18'E -21^{\circ} 02'S$, à 90 km de la côte Est de Madagascar bordant l'Océan Indien, à 60 km au nord-est de la ville de Fianarantsoa et à 400 km au sud-est d'Antananarivo. Le corridor s'étend sur 160 km jusqu'à la Réserve Spéciale de Pic d'Ivohibe au sud et couvre une superficie totale de 282 070 ha (Comité Multilocale de Planification 2004).



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude

Les sites d'études sont localisés respectivement dans la zone périphérique du Parc National de Ranomafana (PNR) et dans le corridor. Vohiparara est situé sur le croisement des routes nationales n°25 et n°45, sur la limite du PNR dans la Commune d'Androy, District de Fianarantsoa II, Région Haute Matsiatra. Le village d'Ambalavero est dans le Fokontany d'Andrambovato approximativement à 17 km au Nord-Ouest de Tolongoina (21°30'S et 47°26'E), Commune Rurale de Tolongoina, District d'Ikongo, Région de Vatovavy Fitovinany.

3.1.2. Climat

Cette zone se trouve sur la limite de l'escarpement est, la principale ligne de relief de l'Ile. Le relief est très accidenté avec une altitude variant entre 400 m et 2 300 m. Ces caractéristiques du relief influencent considérablement le climat.

La précipitation est influencée par la distance avec la côte et la falaise. La côte et la falaise Tanala constituent les zones les plus arrosées avec plus de 2500mm tandis que le climat est nettement plus sec à peine 20 km à l'ouest de la falaise (Serpentié et al. 2005). Les températures moyennes varient entre 18 et 25°C avec un gradient altitudinal d'environ 0,6°C par 100 m (Pfund 2000). Les caractéristiques du climat dans la station d'Ifanadiana sont données dans le tableau 2.

Tableau 2 : Données climatiques de la station d'Ifanadiana (1951-1980)

Variable	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Température min (°C)	19,4	19,2	18,6	17,6	14,7	12,4	12,5	12,3	13,7	15,6	17,4	18,8
Température max	30,0	30,0	28,4	28,2	26,1	24,1	23,6	24,2	26,3	28,7	29,6	30,2
Température moyenne	24,7	24,6	23,5	22,9	20,4	18,2	18,0	18,3	20,0	22,1	23,5	24,5
Temp min.absolue	12,0	15,2	12,8	11,0	8,0	2,2	5,5	5,0	7,4	9,1	11,7	12,5
Temp max.absolue	35,6	35,5	33,8	34,0	31,9	30,2	28,9	30,6	34,0	34,7	36,2	37,0
Nb.jours de pluie	20	18	22	15	13	13	15	12	9	9	16	19
Pluies (mm)	410,3	410,8	414,3	136,8	85,5	96,1	102,9	106,3	67,7	66,1	170,0	352,0

Source : Service météorologie, Ampandrianomby, Antananarivo.

D'après Walter et Lieth (1967), les caractéristiques du climat sont déterminées par les rapports de précipitation (P) et de température (T) tel que :

- ❖ $P > 2T > 100$ mm correspond aux mois écologiquement perhumides
- ❖ $2T < P < 100$ mm correspond aux mois écologiquement humides
- ❖ $P < 2T$ correspond aux mois écologiquement secs

Le climat de la zone d'étude est de type subéquatorial très humide avec une absence de mois écologiquement sec (Figure 2 ci-dessous). Les mois de novembre à avril sont très humides et relativement chauds tandis que la précipitation et la température diminuent à partir du mois de mai.

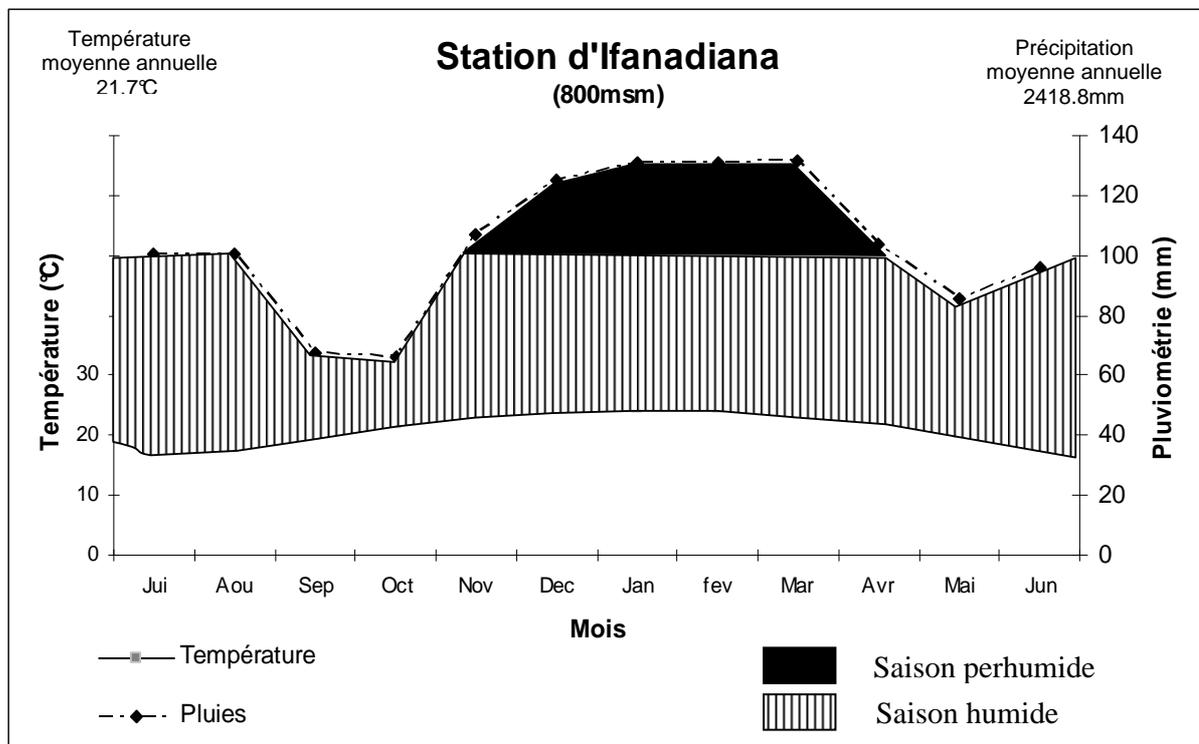


Figure 2 : Climat diagramme de la région d'Ifanadiana selon Walter et Lieth

3.2. Milieu biologique

Ces variations physiques ont conduit à une diversification du milieu biologique aussi bien de la faune et de la flore. Ces forêts constituent l'habitat d'importantes espèces de faune.

3.2.1. Végétation

Deux types de formations forestières sont distingués : forêt dense orientale de basse altitude ou série à *Anthostema* et *Myrsicaceae* de Humbert et la forêt dense humide de moyenne altitude ou série à *Tambourissa* et *Weinmannia* (Razafimamonjy 1988).

- **Forêt humide de basse altitude**

La forêt humide de basse altitude est constituée d'arbres moyens pouvant atteindre 25–30 m de haut, formant un peuplement serré, parsemé par des géants isolés comme *Canarium madagascariensis* (Burseraceae), *Dialium sp.* (Fabaceae), *Hirtella tamenaka* (Rosaceae), *Sloanea rhodontha* (Elaeocarpaceae), *Ocotea spp.*, *Ravensara sp.* (Lauraceae), *Polyscias spp.*, *Schefflera spp.* (Araliaceae) etc. Les palmiers et les espèces de fougères arborescentes (*Cyathea spp.*) y sont bien représentés. Les épiphytes sont abondants et sont constitués par des Ptéridophytes et des Orchidées (Alliance Ecorégionale 2005)

- **Forêt humide de moyenne altitude**

Ce type de forêt est aussi riche en espèces que la forêt de basse altitude et constitue le type d'habitat naturel le plus dominant en terme de superficie total du corridor. Elle est constituée par des arbres ramifiés assez bas. *Weinmannia spp.* (Cunoniaceae) et *Tambourissa spp.* (Monimiaceae) sont parmi les plus représentatifs. Il y en a beaucoup d'espèces de *Pandanus* et de *Cyathea*. On y rencontre également des genres fréquents comme : *Canarium madagascariensis* (Burseraceae), *Dalbergia spp.* (Fabaceae), *Diospyros spp.* (Ebenaceae), *Dombeya spp.* (Sterculiaceae), *Dilobeia sp.* (Proteaceae), *Eugenia spp.* (Myrtaceae), *Polyscias spp.* (Araliaceae), *Protorhus sp.* (Anacardiaceae), *Schefflera spp.* (Araliaceae), *Symphonia spp.* (Clusiaceae) etc. (Alliance Ecorégionale 2005).

- **Bambous**

La région du corridor est très riche en espèces de bambou (Poaceae). Neuf espèces de bambou lignifié (Tribu des Bambuseae) ont été recensées dans la région : *Arundinaria ambositrensis* A. Camus (Tan 2000, Dransfield 2003), *A. perrieri* A. Camus (Lin 1967), *Cathariostachys madagascariensis* S. Dransf (Dransfield 1998, Tan 2000, Dransfield 2003), *Cephalostachyum viguieri* A. Camus (Tan 2000), *C. perrieri* A. Camus (Tan 2000), *Hickelia madagascariensis* A. Camus (Dransfield 1994), *Nastus elongatus* A. Camus (Tan 2000, Dransfield 2003), *N. perrieri* A. Camus (Lin 1967) et *Valiha diffusa* S. Dransf (Dransfield 2003).

3.2.2. Faune

Le corridor Ranomafana-Pic d'Ivohibe abrite des espèces de renommée internationale à l'instar des lémuriers de bambou du genre *Hapalemur*. Il compte plus de 200 espèces animales dont des espèces endémiques localement telles que *Hapalemur aureus* (Lemuridae), *Mantella bernhardi* (Mantellidae) et *Matoatoa spannringi* (Gekkonidae). Le Parc National de Ranomafana à lui seul abrite 114 espèces d'oiseaux, 43 espèces de mammifères dont 12 de lémuriers, 6 de carnivores, 11 d'insectivores, 8 de chiroptères et 6 de rongeurs et 41 espèces d'amphibiens (ANGAP 2002). *Mantella bernhardi* est endémique à la Commune de Tolongoïna et *Matoatoa spannringi* vient d'être décrite en 1998 dans cette même région (Nussbaum et al. 1998).

3.3. Milieu humain

La forêt a toujours attiré les migrants pour diverses raisons : aires de refuge à l'époque des guerres de royaume et des injustices de l'administration coloniale, conquête de nouvelles terres et recherches de terres fertiles, recherche de gisements miniers, recherches scientifiques ou visites touristiques. Le corridor forestier était progressivement occupé par les populations habitant le long des rives de la Matsiatra, Namorona et Matitanana mais est actuellement habité par un amalgame de population Tanala, Bara et Betsileo (Comité Multilocale de Planification 2004).

- **Vohiparara**

Traditionnellement situé du côté de l'autre rive du Namorona, le village de Vohiparara a été déplacée au bord de la route il y a plus de 70 ans par des villageois en quête de progrès. La population est d'environ 200 habitants pour 47 toits, chaque toit hébergeant parfois deux ménages. La population est à dominance Betsileo et la moitié est inférieure à 18 ans (Hockley et al. 2002).

Dans la région du Parc National Ranomafana, nombreuses familles dépendent largement de l'exploitation des produits forestiers tels que les écrevisses, le miel, les fangeons et les pandanus (Ferraro 2002). Vohiparara est un des villages typiques qui dépendent de la collecte et la vente de produits forestiers et les travaux salariés (main d'oeuvre), les activités agricoles y sont relativement limitées. La forêt constitue une importante partie de l'environnement qui entoure le village et des 47 toits dans le village, seulement deux ménages ne dépendent pas, au moins partiellement de l'exploitation des produits forestiers (Hockley et al. 2002). Ratovohery (1993) a également identifié Vohiparara comme l'un des villages qui utilise le plus les bambous pour la construction.

Avant 1962, date à laquelle la forêt dans la région a été classée Réserve Spéciale, la forêt a été gérée par les règles traditionnelles. L'exploitation des produits forestiers se limitait alors à l'autoconsommation et la principale fonction de la forêt a été "le parc à bœuf". Malgré le statut de Réserve Spéciale, les années 70 et 80 ont vu l'apogée de l'industrie de bois à Vohiparara et ce fut aussi le début de la commercialisation des produits forestiers non ligneux (Hockley et al. 2002). En 1991, la forêt a été classée Parc National mais l'exploitation continuait jusqu'à très récemment.

- **Ambalavero**

Le village d'Ambalavero n'est constitué que du village principal mais il y a également des habitations éparpillées dans les champs. La population du terroir s'élève à 315 répartie dans 48 ménages avec une moyenne de 6,5 personnes/ménage. Les jeunes moins de 18 ans représentent 57% et la population féminine constitue 54% de la population totale. La population est composée de 80% de Tanala et de 20% de Betsiléo. L'autorité traditionnelle dirigée par l'*Ampanjaka* est encore de rigueur (CAF/APN 2002)

L'agriculture et l'élevage traditionnel constituent leurs principales activités. Le paysage se compose de rizières construites le long des courbes de niveau, des bosquets de caféiers et de bananiers, des champs agricoles et des jachères. Quelques zones de bas-fonds se trouvent le long du ruisseau d'Ambalavero. Le terroir villageois comprend à la partie nord, nord ouest et ouest, une forêt naturelle du Domaine Forestier National.

Avant l'arrivée du Projet CAF/APN, l'usage principal de la forêt a été l'agriculture sur brûlis. Cette forêt a fait l'objet d'un transfert de gestion depuis 2002 et doit actuellement être gérée conformément à un plan de gestion distinguant une zone de production pour satisfaire les besoins quotidiens des villageois et une zone de conservation destinée à être conservée pour l'utilisation future.



Source : Auteur 2005

Photo 3 : Ambalavero, au cœur des rizières

- Importance socio-économique des bambous

Dans la région de Ranomafana, Ferraro (2001) avance que plus de la moitié des ménages utilisent le bambou dans la vie quotidienne. Les bambous rendent de multiples services aux villageois dans cette région. Ils constituent une source d'argent pour certaines familles qui confectionnent des paniers mais surtout constituent un matériau très utilisé dans la construction (Ratovoherly 1993, Razafindrabe 1997). Razafindrabe (1997) a distingué 6 sous filières regroupées en deux grands groupes pour le bambou: l'autoconsommation et la commercialisation. Ratovoherly (1993) a identifié le village de Vohiparara comme l'un des villages qui utilisent le plus le bambou pour l'autoconsommation. L'utilisation est destinée surtout à la construction et l'approvisionnement est fait par le propriétaire lui même ou plus rarement par les autres paysans

4. MATERIELS ET METHODES

4.1. Rappel des objectifs de l'étude

Les objectifs de cette étude sont de fournir des données de base sur la biologie des bambous exploités et leur utilisation et mode d'exploitation dans les sites d'étude. La disponibilité des ressources et l'impact des pratiques d'exploitation actuelles sont évaluées pour l'espèce la plus utilisée, afin de proposer des stratégies de gestion et aider les gestionnaires du Parc National Ranomafana (cas de Vohiparara) et la communauté de base (cas d'Ambalavero) à planifier la gestion de leur ressource d'une manière informée. L'identification du matériel végétal objet de l'étude a été effectuée avant toute autre disposition.

4.2. Matériels

L'idéal pour confirmer l'identification est de faire des spécimens de détermination fertiles (avec les inflorescences, Dransfield 1997). Pourtant, les bambous ne fleurissent qu'à des intervalles allant d'une dizaine à une centaine d'années (Liese 1985). Ainsi, il est souvent fait appel à l'identification avec les parties végétatives. Actuellement, il est reconnu que les études taxonomiques nécessitent de spécimens complets (avec les parties végétatives) appuyés avec des observations sur le terrain (Dransfield 1998).

4.2.1. Compilation bibliographique pour synthétiser les caractéristiques des candidats potentiels

La région de Ranomafana a été particulièrement privilégiée concernant les études sur les bambous (Lin 1967, Ratovohera 1993, Razafindrabe 1997, Dransfield 1997, Tan 2000). Pourtant, les noms vernaculaires changent d'une région à une autre voire même d'un village à un autre. Ainsi, pour savoir quelles espèces sont désignées par les noms scientifiques donnés dans les bibliographies, il a fallu synthétiser toutes les caractéristiques de ces espèces.

4.2.2. Enquête sur l'identification locale et l'utilisation des espèces

Des guides locaux ont été sollicités pour nous montrer tous les types de bambous qu'ils connaissent dans la région et comment ils sont identifiés localement. L'utilisation de chaque espèce a été également demandée pour distinguer les espèces qui seront considérées dans l'étude.

4.2.3. Confrontation de la compilation bibliographique avec l'identification locale

Les caractéristiques morphologiques de ces types de bambous ont été notées et confrontées aux descriptions trouvées dans les littératures. Selon les niveaux de détails trouvés dans les littératures : description des inflorescences essentiellement (Camus 1924a ; 1924b ; 1925a ; 1925b ; 1926, 1937 ; 1946 ; 1947 ; 1951 ; 1957a ; 1957b) ou description avec les parties végétatives (Dransfield 1994 ; 1997 ; 1998 ; 2002), les genres ou les espèces correspondant aux noms vernaculaires ont pu être avancés.

4.2.4. Confection de spécimen de détermination et observation des caractéristiques physiologiques

Pour faire confirmer l'identification des espèces et faire déterminer certaines qui n'ont pu être identifier avec la confrontation avec la bibliographie, des spécimens de détermination ont été confectionnés suivant le "guide pour faire la collecte de spécimens de bambou" (Voir en Annexe). Les spécimens ont été envoyés au *Royal Botanic Gardens, Kew* où le Docteur Soejatmi Dransfield assurait la détermination.



Source: Auteur 2005

Photo 4 : Assistants-guides à Vohiparara confectionnant des spécimens de détermination

4.3. Méthodes

Il y a diverses sources d'informations, incluant les connaissances locales et les procédures scientifiques formelles, qui peuvent être utilisées (Wong 2000). En matière de produits forestiers non ligneux (PFNL), les populations riveraines détiennent les informations de base sur les valeurs de la biodiversité (SNGDB 2001). De plus, si l'objectif de l'évaluation est lié à l'amélioration et la durabilité de la qualité de vie des populations locales, il est fortement recommandé d'impliquer les populations locales dans toutes les étapes de la prise de décision (Wong 2000). Dans cette étude, la même attention a été portée sur les connaissances existantes (bibliographie), les connaissances locales (enquêtes et interviews auprès des personnes ressources) et les démarches scientifiques (observation et inventaire).

4.3.1. Bibliographie

Les recherches bibliographiques ont été sollicitées pour faire le point sur trois aspects essentiels :

- Pour clarifier le concept de « durabilité »,
- Pour faire l'état de connaissance scientifique sur les bambous de Madagascar ;

- Pour connaître les différentes approches et méthodes d'inventaire et de modélisation utilisées avec les ressources naturelles incluant les bambous.

Après avoir répondu aux questions sur la durabilité, l'état de connaissance sur les bambous de Madagascar a été abordé pour déterminer les connaissances qui manquent pour pouvoir planifier une gestion durable et décider de ce que l'étude pourra apporter.

Les ouvrages sur les bambous dans les centres de documentation locaux sont relativement limités. Une importante part de la bibliographie vient des bibliothèques britanniques grâce à la coopération avec le School of Agricultural and Forest Sciences (SAFS), Université de Pays de Galles à Bangor. De même, il a fallu contacter l'auteur et spécialiste en bambou, le Docteur Soejatmi Dransfield (Royal Botanic Gardens, Kew) pour accéder à ses importantes œuvres sur les bambous de Madagascar.

4.3.2. Méthode Accélérée de Recherche Participative.

Selon les objectifs de l'étude et les moyens, plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour évaluer l'importance et l'utilisation des produits forestiers (Godoy et al. 1993). Ces méthodes peuvent être classées en deux grands groupes : les observations et les reports d'activités. Les observations impliquent les mesures directes des produits en suivant les exploitants ou en surveillant et enregistrant les produits à l'entrée du village ou à partir d'un endroit clé. Les recherches utilisant les reports d'activités comprennent les questionnaires (Ferraro 2002), les groupes de discussion (*focus group*), les interviews semi structurés avec des personnes clés ou encore les calendriers d'activités des exploitants. Les méthodes reportées sont plus rapides que les observations mais donnent moins de détail et de précision (Godoy et al. 1993).

Une des méthodes de plus en plus utilisée pour évaluer les produits forestiers consiste à la Méthode Accélérée de Recherche Participative ou MARP et ses voisines (Participatory Rural Appraisal, Chambers 1981). Ce sont des méthodes qui combinent les interviews semi structurés avec des outils de participation tel que les transects ou la cartographie. Elles privilégient l'informel par rapport aux formels questionnaires. Une étude récente sur l'exploitation des écrevisses (Jones 2004) montre que la MARP peut donner des informations fiables sur les lieux d'exploitation. Toutefois, elle a été moins crédible en ce qui concerne les quantités exploitées.

- **Interviews semi structuré**

Des interviews semi structurées ont été effectuées pour documenter l'utilisation et les connaissances générales des bambous dans la zone. Elles ont été menées librement avec toutes les personnes qui ont voulu discuter sur le sujet. Les anciens ont été particulièrement sollicités pour retracer l'historique de l'utilisation. La répartition ainsi que la phénologie des types de bambou cités ont été également demandées.

- **Cartographie**

Les plans des villages ont été dessinés en spécifiant le type de toit pour Vohiparara et le type du mur pour Ambalavero. C'était pour orienter les enquêtes sur le mode d'exploitation des bambous qui ont été effectuées uniquement avec des groupes cibles

- **Groupe de discussion et transect**

Pour Vohiparara, les détails sur le mode d'exploitation ont été obtenus à l'issue des interviews avec un groupe de discussion. Le groupe est constitué de cinq membres représentant de chaque clan (grande famille) dans le village. Ce sont des personnes qui ont contribué à l'entraide pour la majorité des constructions dans le village. Ils connaissent bien la forêt et travaillent également pour Vokatry ny Ala. L'interview d'un grand nombre de ménage a été évitée parce que le village de Vohiparara est déjà fatigué et trop familier avec les interviews. Les années et la fréquence de la construction, les lieux respectifs où ils ont exploité les bambous utilisés ainsi que les quantités utilisées ont été demandés. Les lieux d'exploitations cités dans les interviews ont été visités lors d'un transect. Les coordonnées géographiques des populations de bambou ont été enregistrées avec du Global Position System ou GPS.

A Ambalavero, chaque ménage qui était au village pendant le moment de l'interview a été visité. Cette démarche a permis de savoir en plus du mode d'exploitation, la valeur accordée aux bambous dans ce village. Si le ménage utilise des bambous, les mêmes questions sur le mode d'exploitation ont été posées et ils ont été questionnés sur le choix du bambou. Les ménages qui n'utilisent pas le bambou ont été questionnés sur leur choix d'autres matériaux. Un total de 13 ménages dont 8 au village et 5 autres aux champs a été couvert.

4.3.3. Inventaire et observation

Il y a beaucoup de problèmes pour développer les méthodes d'évaluation quantitative des bambous. Parmi ces problèmes, Bystriakova et al. (2004) ont cité le doute associé avec leur taxonomie, la variabilité et la multiplicité de leur utilisation à l'échelle locale, nationale et internationale, leur utilisation et commercialisation qui échappent au système économique traditionnel et l'absence de terminologie commune pour leurs unités de mesures. Toutefois, il y des méthodes développées pour les rotins et qui pourront être utiles pour développer les méthodes avec les bambous.

4.3.3.1. Méthodes d'inventaires

- **Détermination des classes d'âge ou des états de développement**

Une des caractéristiques de l'inventaire des bambous est associée à leur mode de croissance : leur diamètre est déjà déterminé lorsqu'ils sortent de la terre et reste constant tout au long de leur vie (Christanty et al. 1996). Ils atteignent leur taille adulte après une saison de croissance (Liese 1985). Ainsi la classification par classe de diamètre a été substitué par une classification par classe d'âge et quatre classes sont souvent identifiées (voir par exemple Christanty et al. 1996 ;

Chandrashekara 1996 ou Singh&Singh 1999). L'identification des classes d'âge peut se faire par une appréciation de la couleur du chaume et l'absence ou la présence de la gaine (Chandrashekara 1996). Taylor et Qin (1993) ont développé une méthode pour déterminer l'âge en comptant les gaines du chaume, les gaines des feuilles et en observant la longueur des branchettes sur les branches primaires. Cette méthode nécessite pourtant des observations sur des bambous à âge connu pour servir de référence.

Pour les bambous à rhizome sympodial à cou court, la détermination de l'âge peut se faire en repérant les chaumes reliés d'un individu. Pourtant, cette méthode n'est pas toujours facile puisque plusieurs individus s'entremêlent pour constituer un bouquet et il n'est pas toujours évident de distinguer les membres d'un individu, surtout avec les bouquets très dense et des bambous de petit diamètre (*pers. obs.*). Pour les bambous à rhizome sympodial à cou long, il n'y pas encore de méthode mise en place pour déterminer l'âge (Dransfield *pers. com.*).

Dans cette étude, les caractéristiques des états de développement ont été synthétisées à partir des interviews avec les connaisseurs/exploitants locaux et à partir des observations sur le terrain.

- **Choix méthodologique**

Les expériences en matière d'inventaire de bambou consistent surtout à déterminer la densité et la productivité d'une population connue (Prasad 1985; O'Connor 2000, Banana & Tweheyo 2001). Le problème de l'échantillonnage est alors réduit à déterminer comment disposer les sous-unités dans la population associée alors à une unité. Selon les caractéristiques de la population et les objectifs de l'étude, ils ont optés plutôt pour des transects (Prasad 1985, Chandrashekara 1996, Banana & Tweheyo 2001) ou des échantillonnages aléatoires (Singh & Singh 1999, O'Connor 2000).

Pour inventorier des populations plutôt réparties en groupe, Cochran (1977) notait que l'échantillonnage aléatoire n'est pas du tout adapté. Ceci peut conduire soit à de la surestimation ou de la sous-estimation mais dans tous les cas, les résultats seront biaisés. A la place de l'échantillonnage aléatoire, il propose l'échantillonnage adaptatif qui consiste à localiser d'abord le groupe ou la population pour travailler ensuite dans cette population selon les méthodes choisies. Pour localiser la population, Wong et al. (2001) ont résumé les possibilités pour faire l'échantillonnage initial :

- L'échantillonnage systématique pour des espèces rares ;
- L'échantillonnage aléatoire pour des regroupements à l'échelle intermédiaire (centaines de mètres) ;
- L'échantillonnage en bande pour les distributions liées aux caractéristiques du paysage (milliers de mètres).

Une des méthodes qui en découle et qui est actuellement en développement consiste à l'échantillonnage adaptatif systématique par groupe (Systematic Adaptive Cluster Sampling ou SACS, Acharya et al. 2000). Cette méthode a fait preuve d'une très grande efficacité (efficacité augmenté de

500% par rapport à l'échantillonnage aléatoire) dans l'estimation de la densité d'une espèce de palmier vivant en groupe mais son efficacité a diminuée de 40% avec une autre espèce qui n'est pas groupée (Acharya et al. 2000).

- **Echantillonnage adaptatif systématique par groupe**

L'échantillonnage adaptatif systématique par groupe, plus connu dans les littératures anglophones comme *Systematic Adaptive Cluster Sampling* ou SACS, est une variante de l'échantillonnage adaptatif et qui utilise le transect pour l'échantillonnage initiale. Sa démarche est schématisée par la figure suivante:

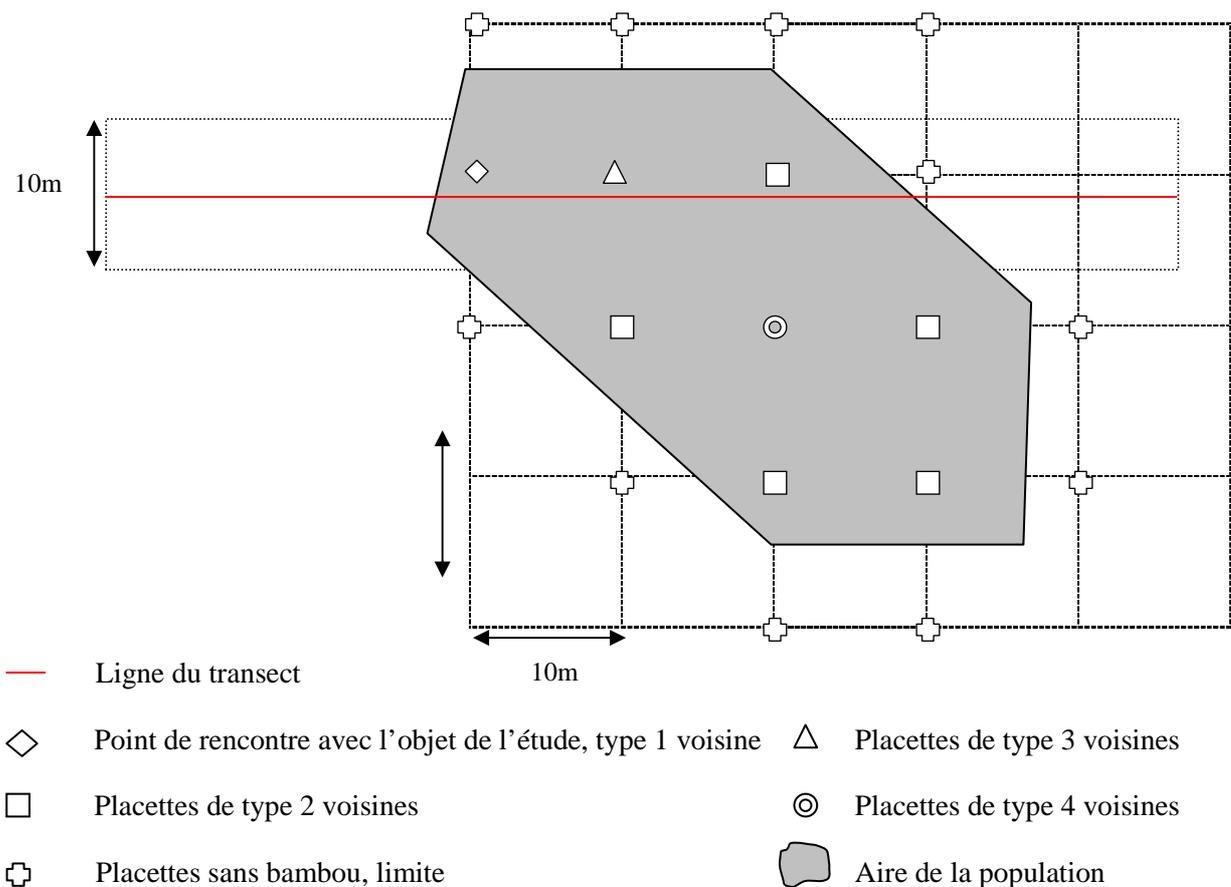


Figure 3 : Dispositif d'échantillonnage adaptatif par groupe

La ligne rouge constitue le transect qu'il faut suivre et il faut regarder sur 10 m de large à partir de cette ligne (5 m à gauche et 5 m à droite). Les points de départ et les directions des transects sont choisis aléatoirement. Lorsqu'on rencontre l'objet de l'étude (symbolisé dans la figure par un losange), on effectue à partir de ce point de rencontre des inventaires systématiques. Il faut implanter des placettes carrées de 5 m de côté tous les 10 m autour de ce point (les quatre côtés). Si la placette implantée contient encore l'objet de l'étude (symbolisé dans la figure par un losange, un carré, un triangle ou un cercle concentrique), on continue l'inventaire systématique c'est-à-dire il faut regarder les quatre placettes autour d'elle et ainsi de suite. Si la placette ne contient pas l'objet de l'étude (représenté par un +), elle constitue alors la limite de la population. En se faisant, l'aire de la

population ainsi que les caractéristiques (position) des placettes qui la constitue sont déterminées. La position de la placette dans la population de bambou (centrale ou périphérique) est déterminée par le nombre de placettes contenant des bambous qui l'entoure. Une placette périphérique n'aura qu'une ou deux placettes qui l'entourent alors qu'une placette centrale sera entourée de quatre ou trois placettes contenant de bambous. Dans ce type d'inventaire, l'unité d'échantillonnage est constitué par la population (peuplement) toute entière et les placettes à l'intérieur de chaque population sont des sous unités. Les éléments sont constitués par les chaumes

- **Echantillonnage aléatoire**

La zone d'inventaire a été limitée initialement à 64 km² centrée sur chaque village d'étude. Une étude faite à Vohiparara sur l'exploitation des écrevisses montre que la distance des lieux de collecte par rapport au village est de 2.4 km en moyenne et de 6.5 km au maximum (Jones 2004). Les bambous étant plus lourds que les écrevisses, la distance parcourue pour exploiter les bambous peuvent être plus restreinte. La délimitation de la zone d'inventaire a été ensuite corrigée au fur et à mesure des interviews avec la population locale qui renseigne sur une limite maximum de distance de collecte. La surface a été délimitée en tenant compte de l'étendue de la forêt pour Ambalavero. La zone a été stratifiée en carré de 1 km² pour s'assurer que les placettes seront bien réparties. Dans chaque carré, une placette circulaire de 100 m de rayon avec 8 sous placettes de 5 m de rayon est choisie aléatoirement. A Vohiparara, pour avoir une idée de la distribution des bambous, leur inventaire a été intégré dans l'inventaire de ressource multiple effectué par Vokatry ny Ala en notant le type et l'absence ou la présence des bambous dans les sous placettes. Cette observation a été appliquée pour 25 placettes soit 200 sous placettes de 5 m de rayon.

- **Inventaire participatif en recourant aux connaissances locales.**

La connaissance locale a été utilisée pour localiser les populations de bambous et un échantillonnage adaptatif systématique par groupe a été ensuite adopté au niveau de chaque population pour la suite de l'inventaire

4.3.3.2. Méthode d'observation

Les taux de reproduction et de mortalité des populations de plantes sont obtenus idéalement à partir des suivis sur de longue période sur des plantes marquées (Taylor & Qin 1993). Selon l'étendue de la zone de suivi, l'observation peut se faire soit dans des placettes permanentes d'échantillonnage (Prasad 1985; Chandrashekara 1996; Christanty et al. 1996; Singh&Singh 1999, Freckleton et al. 2003) soit sur des chaumes choisis aléatoirement (Taylor & Qin 1993, O'connor et al. 2000) soit sur tous les chaumes de la station (Lee & Addis 2001). La fréquence des observations varie également d'une étude à une autre selon les ressources et l'accessibilité des stations et vont d'observation journalière (O'Connor et al. 2000), aux mesures hebdomadaires (Lee & Addis 2001) ou des observations tous les dizaines (Prasad 1985). Dans tous les cas, les variables mesurées ont été la hauteur et le diamètre. Le diamètre est mesuré à hauteur de poitrine (O'Connor et al. 2000 ; Christanty

et al. 1996) ou arbitrairement en fonction des caractéristiques du chaume (par exemple à 61cm pour Lee & Addis 2001). Les observations sont continuées pendant la saison de croissance qui durent environ 4 mois (Liese 1985).

- **Choix de la population d'intérêt**

Les populations d'intérêt ont été choisies pour répondre à certaines caractéristiques telles que l'accessibilité (pas trop loin pour faire des observations fréquentes) et la sécurité (population qui ne risque pas d'être exploitée du jour au lendemain). Pour Ambalavero, le choix de cette population n'a pas été difficile parce qu'il n'y a qu'une seule grande population de bambous dans la zone. Les exploitations se font dans cette population mais le contrôle a été rendu possible par suite des accords avec la population locale. A Vohiparara, le critère de sécurité a été beaucoup plus décisif puisqu'il n'est pas possible de faire des accords avec les exploitants qui sont souvent des personnes venant d'autres villages et qui peuvent exploiter toute une population en une nuit

- **Mise en place des placettes permanentes d'observation**

Des placettes permanentes d'observation ont été implantées dans les populations d'intérêt. L'étendue de la population a été d'abord délimitée en plaçant des placettes de 5 m x 5 m systématiquement tous les 10 m. La population a été stratifiée en une surface de 100 m x 100 m environ pour s'assurer de la répartition des placettes d'échantillonnage. Les placettes ont été ensuite classifiées en fonction du nombre de placettes qui l'entoure (type 4 voisines, type 3 voisines, type 2 voisines ou type 1 seule voisine, voir figure 3 ci dessus) et une placette sur 10 dans chaque type a été choisie au hasard pour faire l'étude de croissance. Chaque type a été représenté même si le nombre de placettes ayant le caractère du type est inférieur à 10.

- **Identification individuelle et suivis hebdomadaires des placettes**

Dans chaque placette permanente d'échantillonnage, les individus ont été marqués individuellement avec des bagues métalliques à identification individuelle. Vers le mois de décembre, mois auquel les bambous commencent à pousser, chaque placette a été inspectée hebdomadairement et les nouvelles pousses ont été assignées de bague d'identification. Le diamètre a été mesuré avec du pied à coulisse. La hauteur du chaume utilisable et la hauteur totale ont été mesurées en utilisant du mètre ruban monté sur des bambous ou petits bois rallongés au fur et à mesure.

Après quelques semaines d'observation, très peu de nouvelles pousses ont été cernés dans les placettes, la plupart étant en dehors. Les placettes ont été ainsi étendues à 10 m x 10 m pour avoir plus de jeunes pousses à suivre. Les mortalités et leurs causes ont été également notées. Les observations ont été continuées jusqu'au mois de juin

5. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

5.1. Présentation de la ressource « bambou »

5.1.1. Etat de connaissance sur les bambous du corridor

- **Systematique**

La systématique des bambous est encore très peu développée et est en perpétuelle révision (Judziewicz et al. 1999, Dransfield 2003). Tous les bambous de Madagascar, surtout ceux inclus dans les genres asiatiques doivent être revus (Dransfield 1998). Les recherches sont encore à leur début et jusqu'à une complète révision, il est prudent de garder les anciennes classifications (Dransfield 1998). Le corridor regroupe neuf espèces réparties dans six (6) genres dont la systématique est comme suit :

<u>Règne</u>	: Végétal
<u>Embranchement</u>	: Spermaphytes
<u>Sous-Embranchement</u>	: Angiosperme
<u>Classe</u>	: Liliopsida
<u>Sous-Classe</u>	: Commelinidae
<u>Ordre</u>	: Cyperales
<u>Famille</u>	: Poaceae (Gramineae)
<u>Sous-famille</u>	: Bambusoideae
<u>Tribu</u>	: Bambuseae (bambou lignifié)
<u>Sous Tribus</u>	: Thamnocalaminae, Hickelinae
<u>Genres</u>	: <i>Arundinaria</i> , <i>Cephalostachyum</i> , <i>Cathariostachys</i> , <i>Hickelia</i> , <i>Nastus</i> , <i>Valiha</i>
<u>Espèces</u>	: <i>Arundinaria ambositrensis</i> , <i>A. perrieri</i> , <i>Cephalostachyum viguieri</i> , <i>C. perrieri</i> , <i>Cathariostachys madagascariensis</i> , <i>Hickelia madagascariensis</i> , <i>Nastus elongatus</i> , <i>N. perrieri</i> , <i>Valiha diffusa</i>

A part le genre *Arundinaria* du sous tribu THAMNOCALAMINAE (Ohnberger 1999), les bambous de Madagascar appartiennent au sous tribu HICKELINAE A. Camus synonyme de NASTINAE Sodestrom & Ellis (Dransfield 2003).

- **Bio écologie**

L'étude effectuée par Tan fournit les premières informations sur l'écologie des bambous dans la région de Ranomafana. Cette étude a été réalisée à Talatakely, un circuit dans le Parc National Ranomafana. Des six espèces qu'elle a identifiées, *Cephalostachyum perrieri* et *Cathariostachys*

madagascariensis sont les plus dominants. Sur les quatre placettes (3 placettes de 10 m x 50 m et une placette de 30 m x 50 m) établies aléatoirement dans la zone *Cephalostachyum perrieri* a été trouvé dans les quatre placettes avec une abondance relative (par rapport aux arbres) de 5,6% à 25,5%. *Catharostachys madagascariensis* a été trouvé dans 3 placettes/4 avec une abondance relative de 0 à 36,6%. *Cephalostachyum viguieri* a fleuri en décembre 1997. Le pic de la floraison se faisait au mois de mars et les bambous ont périés trois mois après. Pour la pousse de bambou, elle a atteint son maximum aux mois de janvier et de février au moment de l'étude (observation de novembre 1998 à octobre 1999) mais elle démarre généralement avec la saison de pluie du mi novembre à décembre.

5.1.2. Identification locale des espèces

A Madagascar, *volò* est le nom commun attribué à tous les bambous. La distinction tient leur origine soit de leur utilisation, soit de leur port ou morphologie. Ainsi, les bambous qui ne sont pas utilisés ou qui ne présentent pas de caractères distinctifs n'ont pas de nom vernaculaire spécifique et sont tous désignés sous le nom de *volò*. Par contre, les bambous qui sont utilisés et qui ont des caractères distinctifs peuvent avoir deux ou plusieurs noms vernaculaires.

Deux grands groupes de noms vernaculaires sont distingués :

- **Noms relatifs aux caractères distinctifs :**

1. *Volotsangana* qui veut dire littéralement « bambou dressé » regroupe tous les bambous dressés. A Vohiparara où il y a deux types de bambous dressés, une distinction en fonction de la taille est parfois utilisée : *Volotsangana madinika* pour les bambous dressés de petite taille et *volotsangana vaventy* pour les bambous dressés de plus grande taille.
2. *Tsimbolo* qui veut dire « sorte de bambou, qui n'est pas du vrai bambou mais qui y ressemble » regroupe tous les bambous dressés à la base puis grimpants et s'appuyant entre eux ou sur les arbres.
3. *Tsimbolovolo* ou *tsingolovolo* veut dire « sorte de bambou entremêlé » et regroupe tous les bambous lianes de petits diamètres et grimpant sur les arbres.

- **Noms relatifs à l'utilisation :**

1. *Volotafo* ou bambou pour la toiture est un nom vernaculaire utilisé à Vohiparara pour désigner le bambou dressé de grande taille utilisé pour la construction.
2. *Voloharatsaka* ou bambou pour les lattes désigne les bambous dressés de petite taille
3. *Volozora* désigne les espèces utilisées pour la fabrication de canne à pêche appelée en malgache *anjôra*. Ce nom désigne différentes espèces selon les régions.
4. *Volo ferana* ou « bambou sarbacane » est un type de bambou avec une paroi très mince utilisé pour la fabrication de petite sarbacane

5. *Volo tandroho* est le nom alternatif de *volvo ferana* parce que cette espèce est également utilisée pour le tressage de nasse appelé « *tandroho* »
6. *Volo lanana* désigne le nom du bambou utilisé pour le réservoir d'eau appelé « *lanana* »
7. *Volo fitsokafo* ou bambou pour souffler sur le feu est un type de bambou à long entrenœud et à paroi mince qui a été autrefois utilisé pour fabriquer du soufflet.

Cette classification s'applique à tous les noms à une exception près du « *volvo anditsa* », nom utilisé à Ambalavero pour désigner un type de bambou semi dressé appelé *tsimbolo* à Vohiparara et qu'il n'a pas été possible de documenter l'origine ou la signification.



Source: Auteur 2005

Photo 5 : *Tsimbolovolo*, bambous grimpants qui s'entremêlent sur les arbres

5.1.3. Identification botanique des espèces exploitées

Des neuf espèces citées plus haut (cf. 5.1.1), deux espèces ne se rencontrent pas dans les sites d'études. *Cathariostachys madagascariensis* se rencontre dans les endroits d'altitude moins élevée dans le Parc tels que le circuit de Talatakely et aux environs de Bevoahazo. *Valiha diffusa* colonise plutôt les *savoka* en dehors de la forêt. *Cephalostachyum viguieri*, *C. perrieri* et *Nastus perrieri* n'ont pu être identifiés mais peuvent correspondre aux nom vernaculaires *Tsimbolovolo* ou *Tsingolovolo* qui sont des bambous grimpants de petit diamètre et qui sont sans utilité pour la population locale.

Arundinaria ibityensis qui a été observé à Andrambovato (Ambalavero) est ajoutée à la liste. C'est une espèce qui colonise le sommet du rocher d'Andrambovato et qui n'est pas très utilisée sauf pour la fabrication de balais local. Pour Vohiparara, *Decaryochloa diadelpha* est aussi recensé pour la première fois. Il y a aussi une espèce appelée ci-dessous « *ferana vohitra* » qui n'a pu être identifiée. Cette espèce se rencontre dans les deux sites mais dans des endroits très limités/localisés. Nombreuses sont ceux qui ont vu cette espèce pour la première fois avec le spécimen emporté au village lors de la confection du spécimen de détermination. Cette espèce n'avait donc pas de nom et *Ferana vohitra* est le nom qui lui est attribué à cause de sa ressemblance avec « *ferana* » mais qui est trouvé sur les sommets (*vohitra*) plutôt que dans les marécages comme le vrai *ferana* ou « *ferana tenany* ». Ces deux

espèces se distinguent en ayant le premier entre-nœud très long de 2 à 4 m et les autres entre-nœuds relativement courts (< 40 cm).

Les caractéristiques morphologiques distinctives ainsi que les critères d'identification des espèces exploitées dans les sites d'études sont résumés dans le tableau 3.



Source: Auteur 2004

Photo 6 : *Arundinaria ibityensis* au sommet du rocher d'Andrambovato

En juin 2004, des visites de reconnaissances ont été effectuées dans d'autres localités dans la zone périphérique du Parc National Ranomafana. A Bevoahazo (21° 12' 34''E, 47° 29' 53'') *Cathariostachys madagascariensis* est appelé *vololana* et l'endroit où cette espèce abonde est même appelé Ampilandanana ou « là où l'on collecte des « *lanana* ». *Valiha diffusa* y est cultivé et est appelé *volojatsy*. Dans les sites d'études *Volozora* renvoie à une espèce introduite et envahissante *Phyllostachys aurea*.



Source: Hockley 2004

Photo 7 : *Cathariostachys madagascariensis*, le plus grand bambou de Madagascar ne se rencontre pas dans les sites d'étude

Tableau 3 : Caractéristiques des espèces exploitées

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Utilisations	Phénotype observé	Observations (et références des spécimens)
<i>Arundinaria ambositrensis</i>	<i>Volotsangana</i> , <i>Volo tafo</i> ^V , <i>Volotsangana vaventy</i> ^V	Construction : toitures ^V , murs ^A	Bambou dressé, sympodial, cou 50-60 cm Entre-noeud 20-40 cm, diamètre jusqu'à 6,5 cm, paroi mince 4-6 mm, gaine poilue, marron, jeune pousse très poilue	Identification par Docteur Soejatmi Dransfield (Royal Botanic Gardens, Kew) (Mija 009-014)
<i>Arundinaria perrieri</i>	<i>Volotsangana</i> , <i>Volo haratsaka</i> ^V	Lattes ^V Fabrication de panier	Bambou dressé, sympodial, cou 10-40cm Entre-nœud 10-30 cm, diamètre jusqu'à 35 mm, paroi 3 mm, gaine poilue, marron Jeune pousse très poilue	Sans différence morphologique avec <i>A. ambositrensis</i> , sûrement du même genre, identification inspirée de Lin 1967, confirmée par Dr Dransfield (Mija 026-034)
<i>Nastus elongatus</i>	<i>Tsimbolo</i> , <i>Tsimbolo vaventy</i> ^V , <i>Volo anditsa</i> ^A <i>Tsimbolo makasaoka</i> ^P	Fabrication de paniers	Bambou grimpant, dressé à la base, Sympodial, cou 20-50 cm, touffe diffuse, Long entre-noeud de 60-110 cm, scabérule, diamètre jusqu'à 3,5 cm, paroi épais 5-7mm Gaine verdâtre si jeune, beige, scabreux (points noirs) si mature, jeune pousse verdâtre	Identification effectuée par le Docteur Soejatmi Dransfield (Royal Botanic Gardens, Kew) (Mija 037-044)
<i>Decaryochloa diadelpha</i> ^V Sous-tribu Hickelinae (Dransfield 2003) synonyme Bacciferae (Camus 1931)	<i>Tsimbolo</i> , <i>Tsimbolo tsiboloina</i> ^P	Fabrication de paniers	Bambou grimpant, dressé à la base, Sympodial, cou 20-50 cm, touffe diffuse Entre-noeud 20-80 cm, poilu surtout en jeune age, diamètre jusqu'à 3 cm, paroi épais de 6 mm, gaine couverte de poils dorés soyeux présentant de longues auricules très caractéristiques. Jeune pousse rougeâtre.	Identification par Docteur Soejatmi Dransfield (Royal Botanic Gardens, Kew) (Mija 005-009)

<p><i>Decaryochloa</i> ?^V Sous-tribu Hickelinae (Dransfield 2003) synonyme Bacciferae (Camus 1931)</p>	<p><i>Fitsokafo</i>, <i>Tsimbolo</i>, <i>Tsimbolo malama</i>^P</p>	<p>Fabrication de paniers</p>	<p>Grimpant, dressé à la base, Sympodial, cou 40-50 cm, touffe diffuse, Entre-noeud 30-80 cm, glabre, diamètre jusqu'à 3.5 cm, paroi mince 3-4 mm, Gaine couverte de poils marron foncés, présentant également de longues auricules</p>	<p>Ressemble aussi bien à la description de <i>Decaryochloa</i>. Dr Dransfield affirme que c'est peut-être une autre espèce du genre <i>Decaryochloa</i> mais impossible de s'en assurer tant qu'on n'a pas de spécimen avec inflorescence. Elle est ici désignée <i>Decaryochloa sp</i> (Mija 001-004)</p>
<p><i>Arundinaria ibityensis</i>^A</p>	<p><i>Volo</i>^A</p>	<p>Balais locaux</p>	<p>Bambou dressé souvent moins de 2 m (3 m), Sympodial, cou 30-50 cm, Entre-noeud 5-20 cm, solide</p>	<p>Identification en confrontant avec du spécimen à Tsimbazaza (Mija 045)</p>
<p><i>Hickelia</i> <i>madagascariensis</i></p>	<p><i>Ferana</i></p>	<p>Sarbacane, nasse</p>	<p>Dressée en touffe compact jusqu'à plus de 400 chaumes, Sympodial, cou 2-10 cm, Entre-noeud couvert de poils en jeune age, premier entre-noeud jusqu'à 3 m et une hauteur totale de 3,5 m (4,5 m), diamètre <10mm paroi très mince 1-2mm.</p>	<p>Identification par Dr. Dransfield. La description ne correspond pas à la description dans Dransfield (1994) mais elle a dit que le long entre-noeud n'est qu'une variation morphologique (Mija 025)</p>
<p><i>Hickelia</i> ?</p>	<p><i>Ferana</i>, <i>Ferana vohitra</i>^P</p>		<p>Dressé à la base puis grimpant, sympodial, cou 4-10 cm, touffe diffuse Premier entre-noeud long de 2-4 m, le second presque confondu (<2 cm) avec le premier, diamètre pouvant atteindre 1,8 cm, paroi épais</p>	<p>Non identifié (Mija 024)</p>

A : uniquement pour Ambalavero (espèce ou nom vernaculaire)

P : Nom vernaculaire proposé pour différencier les « *tsimbolo* » et « *ferana* »

V : uniquement pour Vohiparara (espèce ou nom vernaculaire)



A gauche, touffe compacte de *Hickelia madagascariensis*, à droite touffe diffuse pour « *ferana vohitra* », Au milieu, notez l'insertion des feuilles au premier nœud aussi haut que la maison



A gauche : port des bambous semi dressés, leur chaume grêle (< 3,5 cm) doit s'appuyer sur les arbres
Au milieu : rhizome sympodial à cou relativement long à l'origine de touffe diffuse
A droite : gaine de *Decaryochloa*, montrant les auricules très caractéristiques de ce genre



A gauche : jeune pousse d'*Arundinaria ambositrensis*
Au milieu : le rhizome est sympodial à cou relativement long mais pas monopodial comme certaines littératures l'affirment (e. g. Camus 1931 ou Dransfield 2003)
A droite : gaine très poilue et piquante en jeune âge

Photo 8 à 16 : Différents types de bambous

5.2. Connaissances locales sur le bambou

5.2.1. Répartition et phénologie

- **Répartition**

A Vohiparara, les interviews avec les connaisseurs locaux ont permis de localiser les espèces à distribution restreinte et spécifique telles que *Hickelia madagascariensis*, *Ferana vohitra* et *Decaryochloa diadelpha*. La population locale affirme que *Hickelia madagascariensis* est restreinte dans deux petits endroits marécageux à Amboara (21° 13' 51''S et 47° 23' 38''E), et à Antanifotsy (21° 15' 28'' et 47° 22' 51'' E) à une altitude de 1180 m. *Decaryochloa diadelpha* est connu seulement au nord du Parc, du côté d'Amboditanimena (21° 12' 11'' S et 47° 22' 10'' E) à une altitude de 1200 m. Cette espèce est assez commune dans cette partie de la forêt et coexiste avec *Decaryochloa sp.* Quand à *Ferana vohitra*, sa distribution est aussi restreinte et elle se rencontre dans la forêt au sud du village (21° 13' 33'' S et 47° 22' 45'' E). Les autres espèces ne semblent pas présenter des préférences particulières.

A Ambalavero, ils affirment que les bambous ont leur distribution spécifique. Il n'y a jamais eu de bambou dans la forêt de basse altitude autour du village. Depuis des générations, la population de bambou à Andohabatomahamavo (21° 30' 22'' S et 47° 24' 55'' E) et quelques autres populations plus petites ou dans la station forestières sont les seules populations de bambou connues par les habitants. Pour les *ferana vohitra* et *Arundinaria ibityensis* ils sont connus seulement au sommet du rocher d'Andrambovato.

- **Phénologie**

A Vohiparara, certaines personnes se souvenaient d'années où il n'y a eu aucun *Foudia madagascariensis* (un petit oiseau qui aime les céréales, particulièrement le riz) dans les rizières puisqu'ils étaient tous attirés par les bambous en fleurs. Ils ne se souviennent pas des années lointaines mais la plus récente était en 1997 et c'était des « *tsimbolo* », probablement *Cephalostachyum viguieri* cité par Tan (2000).

Pour Ambalavero, la floraison de *Nastus elongatus* en 1967, suivi de son extermination locale a été très remarquée par les anciens. A part cela, ils affirment ne pas avoir noté aucun bambou fleurir dans la région.

5.2.2. Utilisation

- **Historique de l'utilisation des bambous dans les sites d'étude**

Les bambous constituent une ressource utilisée depuis toujours dans les sites d'études. Sa principale utilisation a toujours été pour la construction : la toiture et les lattes pour Vohiparara et le mur pour Ambalavero. Les autres utilisations telles que le soufflet, les nasses et les paniers sont minimales. Pourtant, ils affirment qu'il y a des villages spécialisés pour la fabrication et la commercialisation de paniers tels que Anjamba et Vohimarina. (aux environs du Parc National

Ranomafana). A Tatamaly, un village voisin d'Ambalavero, il y a un exploitant qui confectionne des paniers uniquement sur commande et à petite échelle.

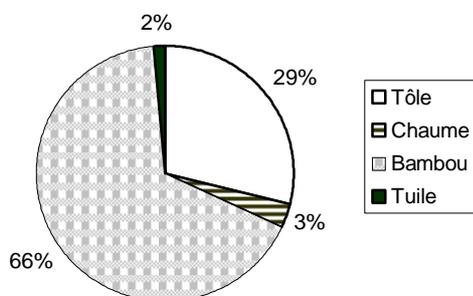
Auparavant, la communauté de Vohiparara a eu le choix entre le chaume de pailles (*bozaka*) et les bambous pour la toiture. Les pailles sont des matériaux très appréciés et beaucoup plus résistants. La proportion de ceux qui utilisaient les pailles et les bambous était alors de moitié-moitié. Actuellement, il n'y a plus de pailles parce que les terrains sont tous cultivés et les bambous constituent la seule alternative aux toits métalliques.

Pour Ambalavero, les bambous sont utilisés pour la construction de mur, les toits y sont en pailles. Les pandanus et les bambous étaient les principaux matériaux utilisés pour le mur avec une proportion de moitié-moitié dans les années 1970 (Chef traditionnel ou *Mpanjaka* d'Ambalavero *pers. com.*). Le mur en terre a progressivement gagné du terrain avec l'entrée des *Betsileo* à partir de l'année 1980. Ils emploient des petits bois pour les lattes. L'utilisation des pandanus qui sont rapidement usés a été alors de plus en plus délaissée. Le bambou constitue avec les planches de Ravenala (*Ravinala madagascariensis*) appelées localement « *tarangy* », les matériaux de construction de choix (certains *Tanala* n'aiment pas la maison en terre par ce que la terre représente le corps des morts) mais ils ne sont pas accessibles par tous. Son utilisation nécessite soit de l'argent pour acheter de la main d'œuvre, soit du rang social qui vous permet de demander de l'entraide (pour le *Mpanjaka* par exemple).

- **Importance actuelle des bambous dans la construction**

Pour compléter les informations obtenues à partir des interviews sur l'utilisation des bambous, le type de matériau utilisé pour chaque maison au village a été noté. Pour Vohiparara, le bambou constitue la seule ressource pour la toiture à part la tôle. Des 66 toits au village, 44 ont des toits en bambou. A Ambalavero, l'utilisation du bambou est en baisse et reflète dans ce village la position sociale.

Répartition du type de toiture à Vohiparara



Répartition du type de mur à Ambalavero

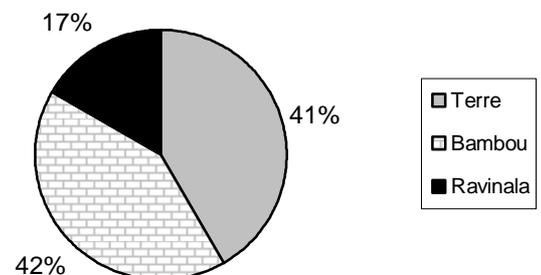
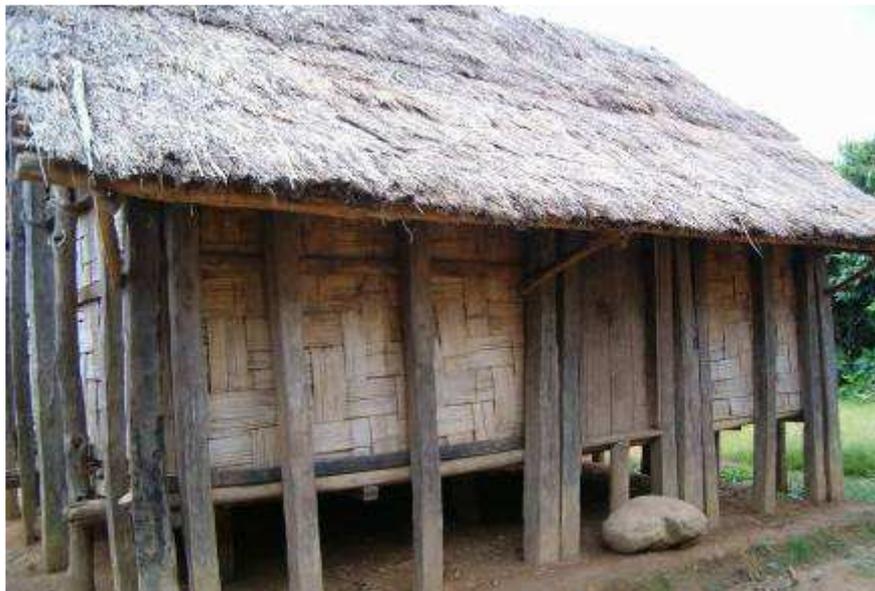


Figure 4: Importance relative des bambous



Source: Auteur 2005

Photo 17 : Quelques maison avec des toits en bambou à Vohiparara



Source: Auteur 2005

**Photo 18: *Tranon'ny matanjaka* : Maison traditionnelle avec mur en bambou
à Ambalavero**

5. 2. 3. Mode d'exploitation

➤ Quantité et qualité nécessaires

C'est l'espèce *Arundinaria ambositrensis* qui est utilisée pour la construction. Les diamètres supérieurs à 40 mm sont préférés. Les bambous de petits diamètres demandent beaucoup plus de travail, pour l'exploitation et le transport mais surtout en les travaillant. La longueur nécessaire est de 4 m, parfois 5 m suivant les dimensions de la maison. Le chaume est ouvert sur un côté pour avoir une planche, la planche est pliée en deux puis alignée sur les lattes déjà en place. Pour les maintenir en place, les uns utilisent de bois rond attaché le long du toit et les autres tressent les bambous pour les attacher entre eux. Pour la toiture, 30 à 60 chaumes de bambou sont suffisants si les bambous sont d'assez gros diamètre. Si les bambous sont plus petits, il faut jusqu'à 120 chaumes. Selon la qualité (mature ou non) du bambou utilisé, les toits durent dans les 2,5 à 6 ans. Pour le mur, les planches de bambou sont tressées. 80 chaumes environs sont nécessaires et le mur résiste aussi longtemps que 10 à 15 ans en fonction de la toiture (s'il n'y a pas de fuite d'eau).



Source: Auteur 2004

Ouvrir le chaume pour avoir une planche puis aligner la planche pliée en deux sur les lattes

Photo 19 et 20 : Construction de toit en bambou à Vohiparara

➤ Mode d'approvisionnement

A Vohiparara, l'approvisionnement en bambous est effectué en appelant l'entraide. Il peut se faire tout au long de l'année sans restriction socioculturelle. Chaque exploitant a déjà son lieu privilégié suivant leur perception de la potentialité d'une population (Tableau 4). Pour les lattes, 200 chaumes de 20-30 mm de diamètre et de 4 m de longueurs sont nécessaires. Ils utilisent surtout *Phyllostachys aurea* qui est abondante au village.

A Ambalavero, l'entraide est moins commune (seulement pour les notables ou la construction d'une maison communautaire) et il faut acheter la main d'œuvre. Le droit de Ar¹ 300 (pour les membres) à payer à la Communauté de Base (COBA) est à la charge du propriétaire. Le droit est de Ar 10/ chaume pour les non membres. 80 chaumes sont en général nécessaires pour le mur et la main

¹ US \$ = Ar 1965 en 30 juin 2005 (Source : www.oanda.com/convert/classic.medianinter-bank exchange rate)

d'œuvre est payé à Ar 100/ chaume (exploitation, transport et ouvrage). Les chaumes sont ouverts sur le coté puis tressés. Le tressage des planches de bambou et le montage est d'environ Ar 10 000 en payant le repas de deux ouvriers pendant les jours de travail qui durent dans les 2 à 3 jours. A Ambalavero, toutes les exploitations se font dans une seule grande population à Andohabatomahamavo (cf 5.2.1).

➤ **Distribution spatiale des lieux d'exploitations**

L'accès et la qualité du bambou (grosueur et maturité) constituent les critères essentiels que les exploitants cherchent dans une population de bambou. Le tableau 4, montre les lieux d'exploitation avec leur qualité (qualité des bambous y trouvés) et leur distance. Etant donné que l'effort requis pour rejoindre le lieu d'exploitation ne dépend pas seulement de la distance mais surtout de l'accessibilité des lieux (états des pistes), la durée du trajet a été jugée plus convenable pour l'exprimer. Le nombre de chaumes exploités, chaque année et pour chaque site, est également donné.

Tableau 4 : Caractéristiques des exploitations à Vohiparara.

Lieu d'exploitation	Qualité des bambous	Distance (mn)	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ankirihitra	Mauvaise	5	50	0	30	0	0	130
Tanimbarin'i Terezy	Moyenne	10	0	0	0	0	0	16
Vohiparara	Moyenne	25	0	0	0	100	0	50
Sahamalaotra	Moyenne	30	0	0	55	0	0	0
Andriamamovoka	Moyenne	40	0	0	0	0	50	0
Sahan'ny mpanofa	Bonne à moyenne	45	60	75	0	0	0	0
Antavitsako	Bonne à moyenne	45	110	0	0	0	80	0
Antahalaka	Moyenne	45	0	100	0	0	50	50
Amboara	Moyenne	45	0	0	0	0	0	90
Amboditanimena	Bonne à moyenne	60	0	0	0	0	0	60
Bejoma	Bonne	120	0	0	0	0	0	60
Total			220	175	85	100	180	456

D'après les enquêtes, l'accès aux lieux où l'on trouve des bambous de bonne qualité devient de plus en plus difficile (éloignement et état des pistes) d'année en année. Toutefois, lors des transects et visites de ces lieux de collecte, il a été remarqué que l'éloignement est relativement faible et se fait à l'intérieure même de la population. Ce sont surtout les bambous autours des pistes qui sont exploités mais si on s'éloigne à peine 30 m à l'intérieur, les bambous sont encore abondants. La population de bambou n'a pas disparu mais c'est peut-être les bambous de gros diamètres qui ont diminué en nombre. Ainsi, seuls ceux qui veulent vraiment des bambous de gros diamètre et de bonne qualité vont vers les endroits plus éloignés, la majorité préférant encore exploiter dans leurs lieux d'exploitation habituels même si les bambous ne sont plus d'aussi bonne qualité qu'autrefois. La figure 5 montre l'évolution, pendant les cinq dernières années, de l'effort requis pour exploiter les bambous et atteste cette affirmation.

Pour Ambalavero, en 2004, il y a eu deux constructions de maisons en mur de bambous. Les autres constructions sont très vieilles. La population de bambou d'Andohabatomahamavo est jugée trop loin et la construction en bambou y est devenu un lux.

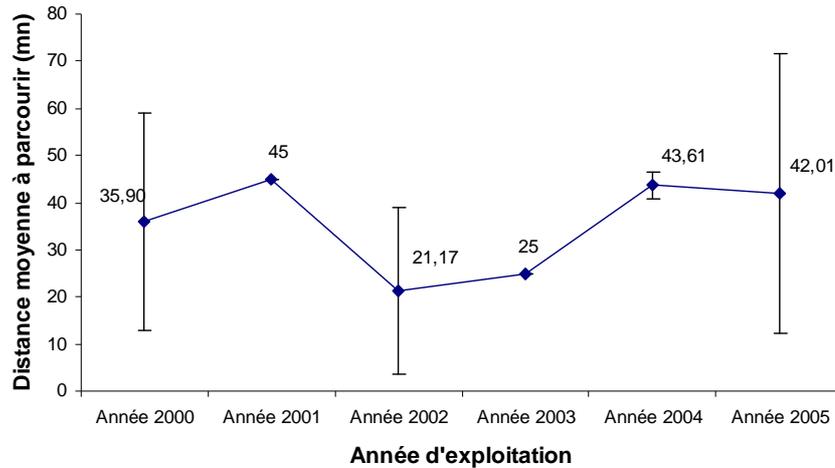


Figure 5 : Evolution de l'effort requis pour faire l'exploitation

➤ **Autres utilisations**

Autours de Vohiparara, l'exploitation des bambous pour la fabrication de panier (par les villages voisins cités plus haut) est très importante. Les bambous semi dressés (*Decaryochloa spp* et *Nastus elongatus*) sont leurs préférés mais ils utilisent également les bambous dressés (*Arundinaria spp.*). Ils utilisent les bambous jeunes, encore souples et faciles à tresser. Une longueur moyenne de 2 m est collectée sur chaque chaume. Les chaumes sont écorcés sur les lieux d'exploitation. Les paniers sont tressés avec les écorces qu'ils emportent en paquet au village. Comme c'est une exploitation pour la commercialisation, une grande quantité de bambous est collectée. Les fabricants de paniers localisent les bonnes populations de bambou et la population entière disparaît souvent après leur passage. Les exploitations sont intensifiées pendant les périodes de production de litchis, d'autres fruits ou des volailles.

Jadis, lorsque les poissons abondent encore autour de Vohiparara, ils utilisent *Hickelia madagascariensis* pour tresser des nasses appelées « *tandroho* ». 15 chaumes de *Hickelia* mature suffisent pour une nasse. Cette année, une seule nasse a été fabriquée au village.

Pour l'exploitant de Tatamaly, il confectionne les paniers avec du *Nastus elongatus* mature qu'il affirme être plus difficile à tresser mais est beaucoup plus résistant. La forêt de Tatamaly renferme de grande population de *N. elongatus* sur le côté nord du tunnel d'Ankarampotsy. (Cette population n'a pas fleuri ni périt avec la population au sud du tunnel, incluant celles d'Ambalavero). Il est ainsi le seul exploitant d'une grande population de bambou et n'a pas vraiment de problème d'approvisionnement. D'autant plus, il n'en fait pas son métier mais est seulement un artisan occasionnel et sur demande.



Source: Hockley 2005

Des chaumes de *Nastus elongatus* sont coupés à environ 2 m et divisés en trois suivant sa longueur



Source: Hockley 2005

Les chaumes sont ensuite écorcés et les paniers sont tressés avec l'écorce

Photos 21et 22 : Fabrication des paniers à Antorotosy (aux environs du Parc National Ranomafana)

5.3. Résultats des inventaires et observations

5.3.1. Etats de développement

L'âge exact des bambous n'est pas connu mais les exploitants locaux distinguent les états de développement. Quatre classes ont été identifiées :

- La classe 1 correspondant au stade de semis ou pousse est constitué par les nouvelles pousses ;
- La classe 2 correspondant au stade de jeunesse est la classe des bambous utilisables pour la fabrication des *garaba* ;
- La classe 3 correspondant au stade de maturité comprend les individus utilisables pour la construction ;
- La classe 4 ou stade de sénescence n'est plus d'aucun usage

La description de chaque classe d'âge est présentée dans le **tableau 5**.

Pour *Arundinaria ambositrensis* et *Hickelia madagascariensis*, l'identification est surtout basée sur les caractéristiques dendrologiques telles que le développement des feuilles et des branches. Pour *Nastus elongatus* et *Decaryochloa*, la distinction se fait surtout avec les couleurs et la consistance des chaumes.

Tableau 5 : Description des différentes classes d'âge pour les différentes espèces

Stade de vie	<i>Arundinaria ambositrensis</i>	<i>Nastus elongatus</i>	<i>Decaryochloa diadelpha</i>	<i>Decaryochloa sp</i>	<i>Hickelia madagascariensis</i>
<i>Kerokerony</i> ou stade de semis	<ul style="list-style-type: none"> - Branches et feuilles absentes ou commencent à sortir avec 2-3 ramifications, - Gaine complète et très piquante, - Chaume verte et tendre 	<ul style="list-style-type: none"> - Vert laiteux - Chaume très tendre 	<ul style="list-style-type: none"> Vert foncé, - Chaume très tendre, poils dorés, encore engainés 	<ul style="list-style-type: none"> Couleur jaunâtre et chaume très tendre (on peut pétrir avec la main) 	<ul style="list-style-type: none"> -Branches feuillées absentes ou ébauches, -Partie inférieure du chaume rouge
<i>Tanora</i> ou stade de jeunesse	<ul style="list-style-type: none"> - Branches (3 ou 4) et feuilles assez développées ; - Poiles de la gaine commencent à tomber et ne piquent plus, - Chaume plus clair et assez dur (sert à la fabrication de panier) 	<ul style="list-style-type: none"> - Vert très foncé, - Chaume souple mais assez consistant (sert à la fabrication de <i>garaba</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Vert clair, chaume souple mais assez consistant (sert à la fabrication de <i>garaba</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Bleu vert, chaume souple mais assez consistant (sert à la fabrication de <i>garaba</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Branches feuillées peu nombreuses et de petite taille ayant 3 ramifications en général, - Deux entre-nœuds supérieurs encore rouges.
<i>Matoa</i> ou stade de maturité	<ul style="list-style-type: none"> -Ramification très haut sur la chaume avec de nombreuses branches -Gaine très altérée ou absente -Chaume plus clair (convient bien aux toitures) 	<ul style="list-style-type: none"> Vert blanchâtre (trop dur pour les paniers) 	<ul style="list-style-type: none"> Vert virant au rougeâtre, poils jaunâtre et commençant à tomber 	<ul style="list-style-type: none"> Vert blanchâtre (trop dur pour les <i>garaba</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Branches feuillées très développées (taille et nombre), - Chaume dure (Sert à la fabrication de nasses)
<i>Antitra</i> ou stade de sénescence	<ul style="list-style-type: none"> - Feuilles jaunies, cime commence à mourir - Gaine complètement disparue - Chaume blanchâtre ou rouge bigarré présentant des taches, des trous ou des pourritures par endroit. 	<ul style="list-style-type: none"> Rougeâtre Feuilles jaunies ou rougies 	<ul style="list-style-type: none"> Rougeâtre, feuilles jaunies ou rougies 	<ul style="list-style-type: none"> Rougeâtre, feuilles jaunies 	<ul style="list-style-type: none"> - Feuilles jaunies et tombent - Chaume souvent décimé - Chaume rouge bigarré

5.3.2. Choix de la méthode d'échantillonnage à adopter.

Dans un premier temps, l'inventaire adaptatif par groupe ou *Systematic Adaptive Cluster Sampling* (SACS) a été effectué. Six jours de travail à Vohiparara sur cette méthode ont permis d'implanter 165 piquets pour *Decaryochloa sp.* Ces 165 piquets ont été implantés pour 2 groupes c'est-à-dire deux unités mais la deuxième unité n'a pas pu être fermée à la fin du sixième jour. En moyenne, on peut implanter 40-50 piquets par jour et ces 165 piquets auront pu être implantés en 3 ou 4 jours s'il n'y a pas le temps dépensé pour la fabrication de piquets. La méthodologie donne une bonne idée sur la répartition des bambous mais demande beaucoup de temps. De plus, les groupes de bambous n'étaient pas aussi distribués en groupe qu'on risquait de passer des mois et des mois pour terminer un seul transect. Pour une question de faisabilité, cette méthode a été abandonnée pour l'échantillonnage aléatoire. De plus, si les groupes de bambous ne sont pas rares, cette méthode perd toute sa raison d'être.

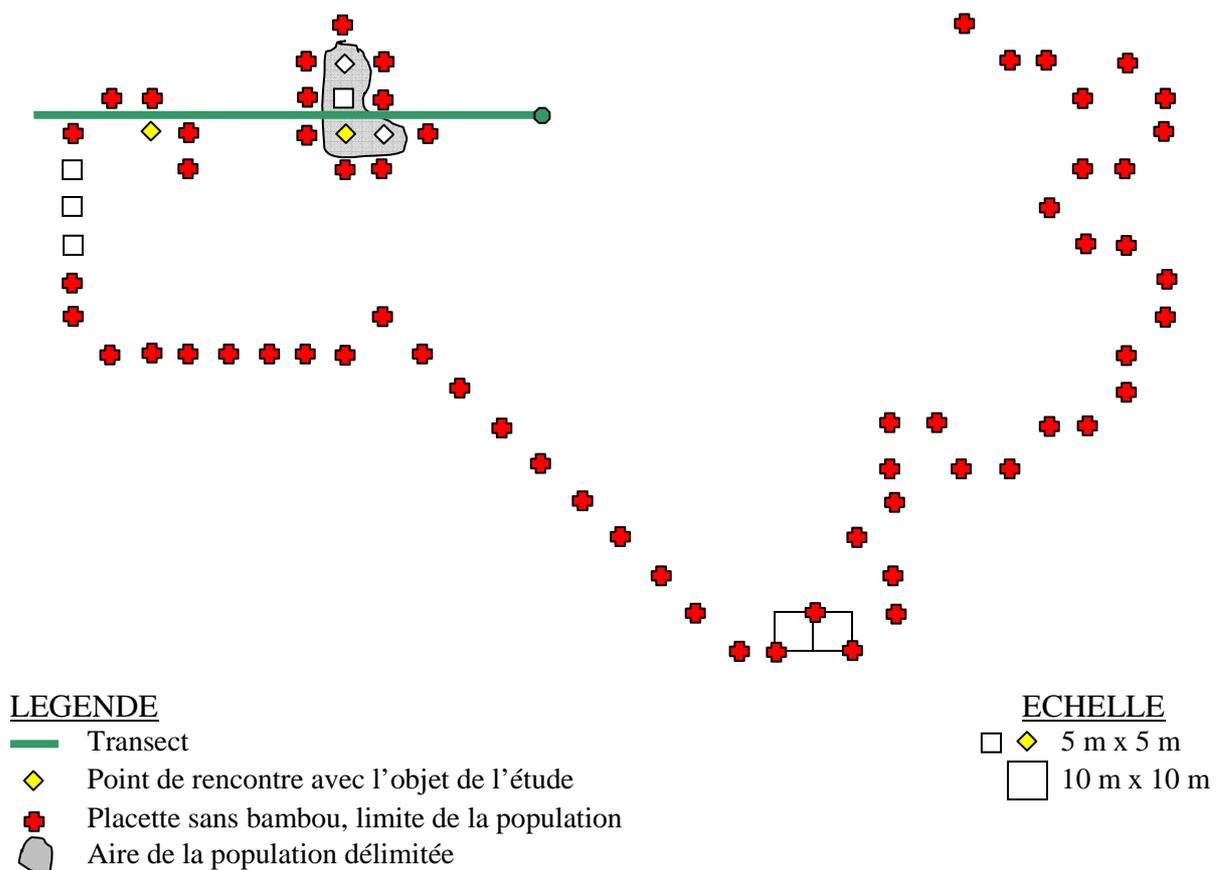


Figure 6 : Echantillonnage adaptatif par groupe à Vohiparara.

Dans un deuxième temps, en tenant compte de l'expérience à Vohiparara, l'échantillonnage aléatoire a été effectué pour Andrambovato. Après trois jours de travail et 8 placettes (64 sous placettes de 5 m de rayon), aucun bambou n'a pu être inventorié. L'interview avec Sylvestre Ramanantsoa, le responsable du Projet CAF/APN à Andrambovato, nous a permis de réaliser qu'avec nos cartes de placettes aléatoires, nous risquons de ne trouver aucun bambou après 20 placettes. *Nastus elongatus* est encore rare dans cette zone après leur floraison puis extermination locale (cf 2.3) et *Arundinaria ambositrensis* pousse seulement en groupe bien localisé. Le tableau 6 résume les résultats des différentes méthodes d'inventaire essayées pendant cette étude. Les résultats de l'échantillonnage aléatoire sont présentés en terme de nombre de placettes contenant des bambous sur le nombre total de placettes visitées. Pour l'inventaire participatif, ce sont les nombres de populations de bambou visitées pour chaque espèce qui sont présentés.

Tableau 6 : Résultats des différentes méthodes d'échantillonnage

Méthodes	Travaux effectués	Résultats
Echantillonnage adaptatif par groupe	6 jours de travail de trois personnes pour un transect	Un groupe de <i>Decaryochloa sp.</i> fermé et un autre groupe non fermé
Echantillonnage aléatoire pour un inventaire de ressource multiple dont le bambou (effectué par Vokatry ny Ala)	- 25 placettes soit 200 sous placettes de 5 m de rayon - 2-3 jours, travail de trois personnes/ placette pour l'ensemble des ressources	- <i>Arundinaria ambositrensis</i> : 17/200 - <i>A. perrieri</i> : 11/200 - <i>Decaryochloa diadelpha</i> : 5/200 - <i>Decaryochloa sp.</i> : 27/200 - <i>Nastus elongatus</i> : 23/200 - <i>Hickelia madagascariensis</i> : 0/200
Inventaire participatif	Quatre transects, 1 transect/jour, 3 personnes par jour de travail pour Vohiparara	10 <i>Arundinaria ambositrensis</i> , 2 <i>Hickelia madagascariensis</i> , 1 <i>Ferana vohitra</i> 1 <i>Decaryochloa diadelpha</i> 1 <i>Arundinaria perrieri</i> Nombreuses <i>Decaryochloa sp.</i> et <i>Nastus elongatus</i>

D'après ce tableau, la chance pour trouver des bambous lors de l'échantillonnage aléatoire est très faible, de l'ordre de 0 à 13,5% (17/200 placettes) selon les espèces. Pour Ambalavero, cette probabilité est encore plus faible. Ainsi, l'inventaire participatif a été choisi pour la suite de l'étude. Il s'agit d'utiliser la connaissance locale pour localiser la population et adopter l'inventaire adaptatif par groupe dans la population d'intérêt choisie.

5.3.3. Potentialité des deux populations d'intérêt

L'inventaire a été limité à *Arundinaria ambositrensis* qui constitue la seule espèce effectivement utilisée par la communauté dans les villages d'étude. Une population chacune pour Ambalavero et Vohiparara ont été choisies: la population d'Amboara (21° 13' 48'' E, 47° 23' 47'' S) pour Vohiparara et la population d'Andohabatomahamavo (21° 30' 22'' S et 47° 24' 55'' E) pour Ambalavero. Les caractéristiques de ces deux populations sont résumées dans le tableau 7. Les moyennes sont présentées avec l'erreur standard qui montre la variation autour ces moyennes.

Tableau 7 : Caractéristiques des deux populations d'intérêt

Population		Nombre de sous placettes	Densité moyenne (chaumes/ha)	Diamètre moyen (mm)	Hauteur utilisable moyenne (m)	Hauteur totale moyenne (m)
Amboara (Vohiparara)	Total	109	6452 ± 3730	30,10 ± 1,93 mm	4,06 ± 0,24 m	5,32 ± 0,38 m
	Type 4 voisines	49	8364 ± 3792	29,58 ± 1,77 mm	3,99 ± 0,34 m	5,24 ± 0,47 m
	Type 3 voisines	31	5680 ± 2674	30,52 ± 1,64 mm	4,06 ± 0,27 m	5,40 ± 0,40 m
	Type 2 voisines	25	5040 ± 2677	31,76 ± 1,9 mm	4,39 ± 0,24 m	5,56 ± 0,37 m
	Type 1 voisine	4	1400 ± 848	27,86 ± 2,00 mm	3,74 ± 0,24 m	4,74 ± 0,37 m
Andohabatomahamavo (Ambalavero)	Total	113	2813 ± 505	39,57 ± 0,71 mm	3,94 ± 0,91 m	6,82 ± 0,15 m
	Type 4 voisines	61	2971 ± 600	37,11 ± 0,99 mm	3,49 ± 0,13 m	6,26 ± 0,22 m
	Type 3 voisines	31	2756 ± 944	38,67 ± 1,40 mm	4,08 ± 0,18 m	6,69 ± 0,28 m
	Type 2 voisines	18	3000 ± 1711	46,22 ± 0,15 mm	4,66 ± 0,15 m	8,06 ± 0,28 m
	Type 1 voisine	3	1400 ± 200	42,87 ± 0,23 mm	4,62 ± 0,23 m	8,44 ± 0,39 m

- **Caractéristiques des populations**

Les deux populations ont à peu près la même taille avec un nombre total de placettes de 109 et de 113 respectivement pour Amboara (Vohiparara) et Andohabatomahamavo(Ambalavero) soit environ une surface de 1100 m² occupée par les bambous. Les densités moyennes sont respectivement de 6452 ± 3730 chaumes pour Amboara contre 2813 ± 505 chaumes/ha pour Andohabatomahamavo. La population d'Amboara est plus dense que la population à Andohabatomahamavo mais la différence n'est pas significative (avec l'erreur standard, les deux moyennes se superposent pour certaines valeurs : 6452-3730=2722 < 2813)

- **Variation à l'intérieure de la population**

Pour les deux populations à Vohiparara et à Ambalavero, les placettes périphériques (type une voisine) ont des densités très faibles par rapport aux placettes centrales (type 4 voisines). Ces dernières sont les plus densément peuplées. Le diamètre moyen paraît être inversement proportionnel à la densité mais il n'y a pas de corrélation significative entre la densité et le diamètre moyen (coefficient de détermination r²=0,0341)

- **Distribution par classe d'âge**

La distribution par classe d'âge est montrée par la figure 7.

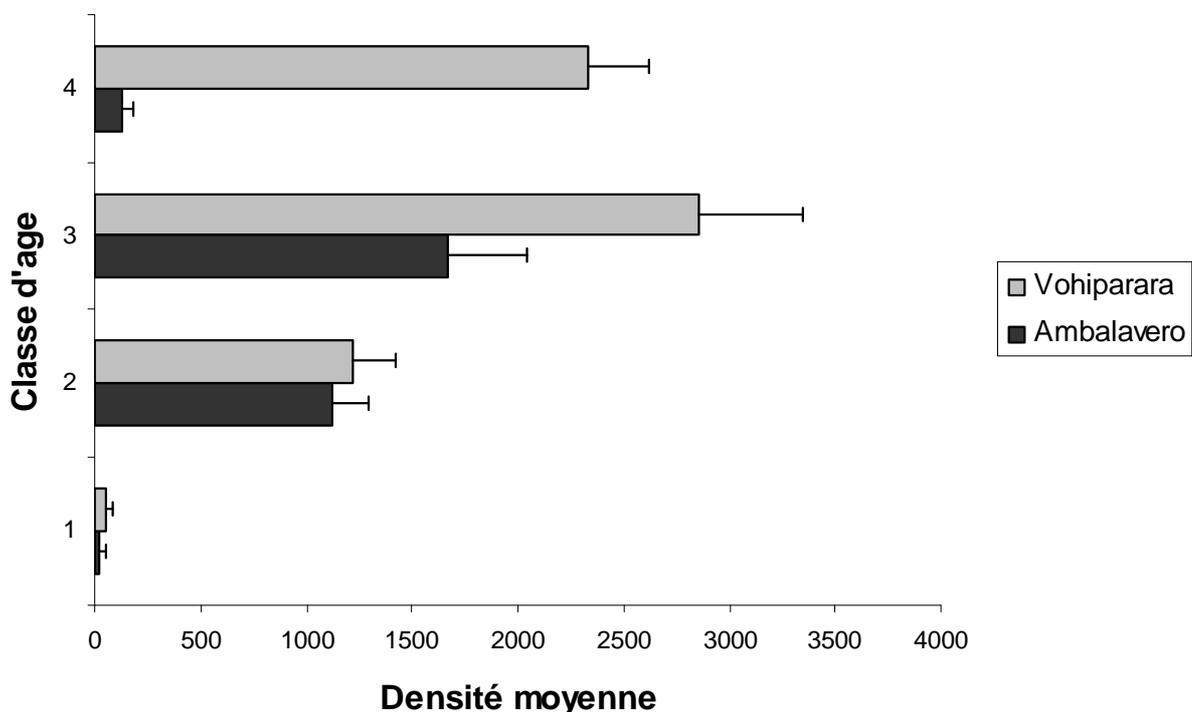


Figure 7 : Distribution par classe d'âge de la densité moyenne

Les deux populations présentent une forte proportion de la classe d'âge 3 qui correspond au stade de développement mature. La classe 1 ou stade de semi est faiblement représentée. Elles

diffèrent par la proportion de la classe 4 ou stade de sénescence. Cette classe est faiblement représentée pour la population d'Ambalavero contrairement à celle de Vohiparara où elle atteint presque le même niveau que la classe 3.

- **Diamètre moyen et hauteur moyenne**

D'après le tableau 7, la population de bambou à Vohiparara a un diamètre moyen moindre ($30,10 \pm 1,93$ mm) par rapport à celle d'Ambalavero qui est de $39,57 \pm 0,71$ mm. D'après les enquêtes, les bambous utilisables pour la construction devront avoir 40 mm de diamètre et 4m de hauteur utilisable. Seulement 2,43% des bambous à Amboara (Vohiparara) remplissent ces critères contre 32% pour Andohabatomahamavo (Ambalavero).

5.3.4. Biologie de reproduction d'*Arundinaria ambositrensis*

- **Reproduction (natalité)**

Du décembre 2004 au mois de juin 2005 douze placettes de 10 x 10 m ont été suivies hebdomadairement pour déterminer l'évolution du nombre de jeunes pousses d'*Arundinaria ambositrensis*. Le résultat de ce suivi est montrée dans la figure 8.

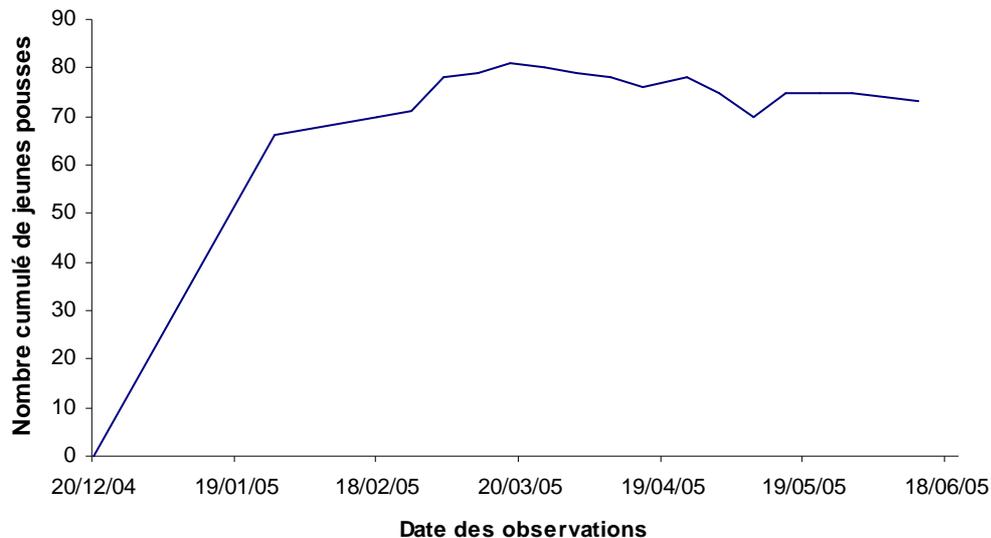


Figure 8 : Evolution du nombre cumulé de jeunes pousses au cours des observations

Comme le montre cette figure, plus de 70% des pousses se sont produites entre 20 décembre 2004, date de l'inventaire et 27 janvier 2005, date de la première visite pour le suivi de la croissance. La naissance a continuée pour atteindre le maximum pendant la visite 6 du 17-18 mars 2005. La population présente une diminution à partir de la visite 6 avec un minimum d'individu pendant la visite 13 (7-8 mai 2005). Un total de 73 jeunes pousses ont résistés jusqu'à la fin de l'observation. La régénération moyenne par placette est de $6,08 \pm 1,55$ pousses soit 608 pousses/ ha.

- **Croissance**

Le suivi de la croissance des bambous pendant leur phase d'élongation a permis de calculer les taux moyens de croissance par rapport à six classes de hauteur :] 0-100 cm],] 100-200 cm],] 200-300 cm],] 300-400 cm],] 400-500 cm] et > 500 cm. La croissance moyenne journalière est plus faible dans les premiers deux semaines avec une moyenne de 7,49 cm/jour et est doublé ensuite pour atteindre en 35 jours une hauteur de 4 m. Le taux de croissance diminue ensuite et s'arrête dès que le bambou atteint sa taille adulte. Ils atteignent 5 m en moins de 2 mois et ralentissent leur croissance à une moyenne de 0 à 4,3 cm/jour après.

Cette croissance naturelle est pourtant très perturbée par les lémuriens. Leur attaque entraîne soit la mort, l'arrêt de croissance et/ou la perte de quelques entre-nœuds qui pourrissent. Cette situation a rendue très difficile le calcul des croissances moyennes parce qu'il y a des croissances négatives suite aux pourrissages des cimes et il a fallu distinguer l'arrêt de croissance à cause de l'attaque des lémuriens et l'arrêt de croissance à la taille adulte.

Le nombre des bambous non attaqués est trop faible pour dégager un taux de croissance réel. Ainsi, les croissances moyennes ont été utilisées pour voir la tendance de la croissance si les bambous n'étaient pas décimés (Figure 9).

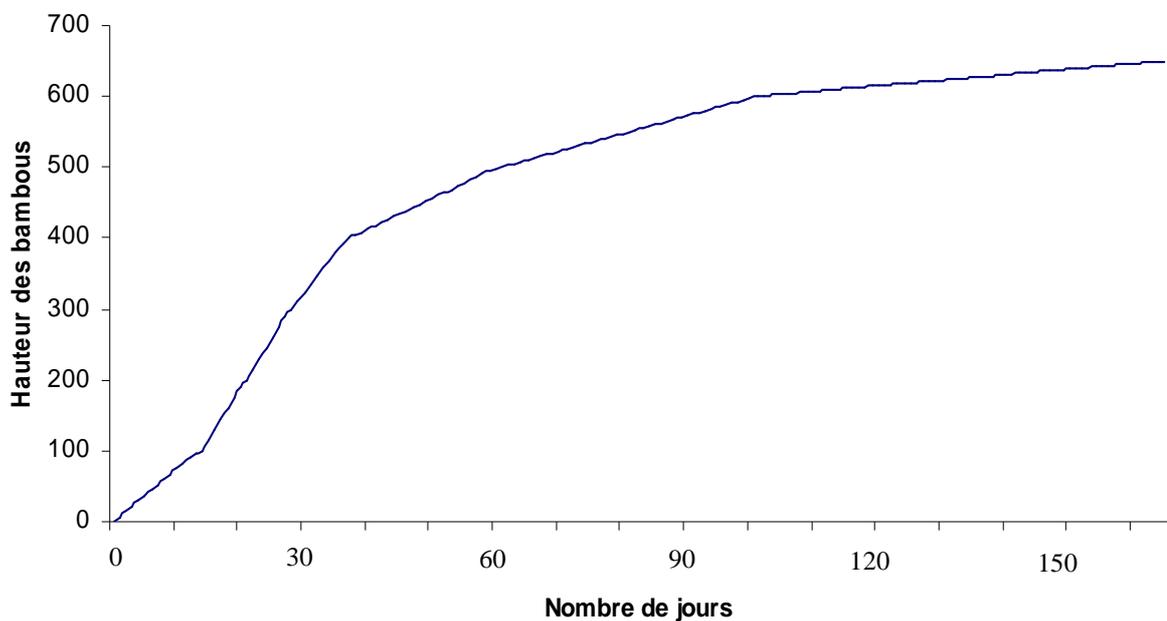


Figure 9 : Croissance moyenne d'*Arundinaria ambositrensis*

- **Mortalité**

Dans le jeune âge, l'attaque par les lémuriens constitue une cause majeure de mortalité. 27% des jeunes pousses (n=100) ont périés suite à l'attaque des lémuriens. A la fin des suivis, seulement 11% n'ont pas été décimés. Lorsque les bambous passent le stade de semis, les seules causes de

mortalité sont soit l'exploitation pendant le stade de maturité soit la vieillesse pendant le stade de sénescence.

5.3.5. Observation du mode d'exploitation

- **Construction**

Les exploitations ont tendances à être agglomérées.

- ❖ A Amboara toutes les exploitations étaient concentrées dans 10 placettes sur les 23 observées. De ces 10 placettes, trois placettes supportent les 60,97% de toutes les exploitations. Le maximum de chaumes exploités dans la placette est de 12 et le minimum est un chaume dans la placette de 5 m x 5 m. Le diamètre moyen des bambous exploités est de $43,33 \pm 0,07$ mm et la hauteur de coupe est de $29 \pm 1,31$ cm (n=40).

- ❖ Pour Ambalavero, presque toutes les placettes ont été exploitées (29/31). Pourtant, les exploitations ont également tendance à être concentrées avec la moitié (14) des placettes supportant plus de 80% de l'exploitation totale. Dans ces 14 placettes, le nombre minimal de bambou exploité est de 11 avec un maximum de 33. Le diamètre moyen exploité est de $50,01 \pm 0,02$ mm avec une hauteur de coupe de $37 \pm 8,40$ cm (n=345). Il a été noté qu'il y a plusieurs exploitants qui ne viennent pas du village d'Ambalavero et qui n'ont pas demandé de l'autorisation auprès du COBA d'Ambalavero mais qui exploitent leur bambou.

- **Autres utilisations**

A trois reprises, il a été vérifié que la population toute entière peut disparaître après le passage des exploitants pour paniers. Une population de *Decariochloa sp* préparé pour le suivi de croissance de cette espèce où les chaumes étaient déjà marqués a disparu. Une autre population d'*Arundinaria ambositrensis* où un exploitant de Vohiparara a exploité des bambous pour la toiture en Juin 2004 a également disparu lors de notre passage en mars 2005. Une autre population d'*Arundinaria perrieri* était aussi très affectée. Un gaspillage de la ressource a été également noté pour les fabricants de paniers. Même pour *Nastus elongatus* ou *Decaryochloa* long de plusieurs mètres (> 6 m), ils n'utilisent que 2 m. Pour l'exploitation de *Hickelia madagascariensis*, il y a eu des traces d'exploitations de 30 chaumes environ.



Source: Auteur 2004

Photo 23 : Quelques chaumes des *Decaryochloa sp.* marqués pour le suivi de croissance et qui ont « disparus »



Source: Auteur 2005

Photo 24 : Restes d'*Arundinaria perrieri* laissés par les fabricants de paniers

6. DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

La richesse en biodiversité du corridor est disputée entre la population locale qui veut en jouir l'exploitation et les conservationnistes qui se préoccupent de sa sauvegarde. Les bambous, une ressource utilisée depuis des générations dans cette région et qui constituent l'habitat des lémuriens de bambou menacés sont sujets à ce dilemme. Dans cette étude, la biologie de cette ressource a été étudiée, son utilisation et sa potentialité estimées, en vue d'évaluer la possibilité d'un consensus par une utilisation durable de la ressource.

6.1. Evaluation des impacts des différents modes d'exploitation

D'après le paragraphe 5.3.4 sur la croissance des *Arundinaria ambositrensis*, le taux de mortalité en jeune âge est de 27% puis il n'y a plus de mortalité naturelle avant la sénescence (dynamique naturelle). Selon les cas ; exploitation pour la construction ou pour la commercialisation des paniers, les probabilités pour passer d'un état de développement à un autre sont exprimées en pourcentage en dessus des flèches.

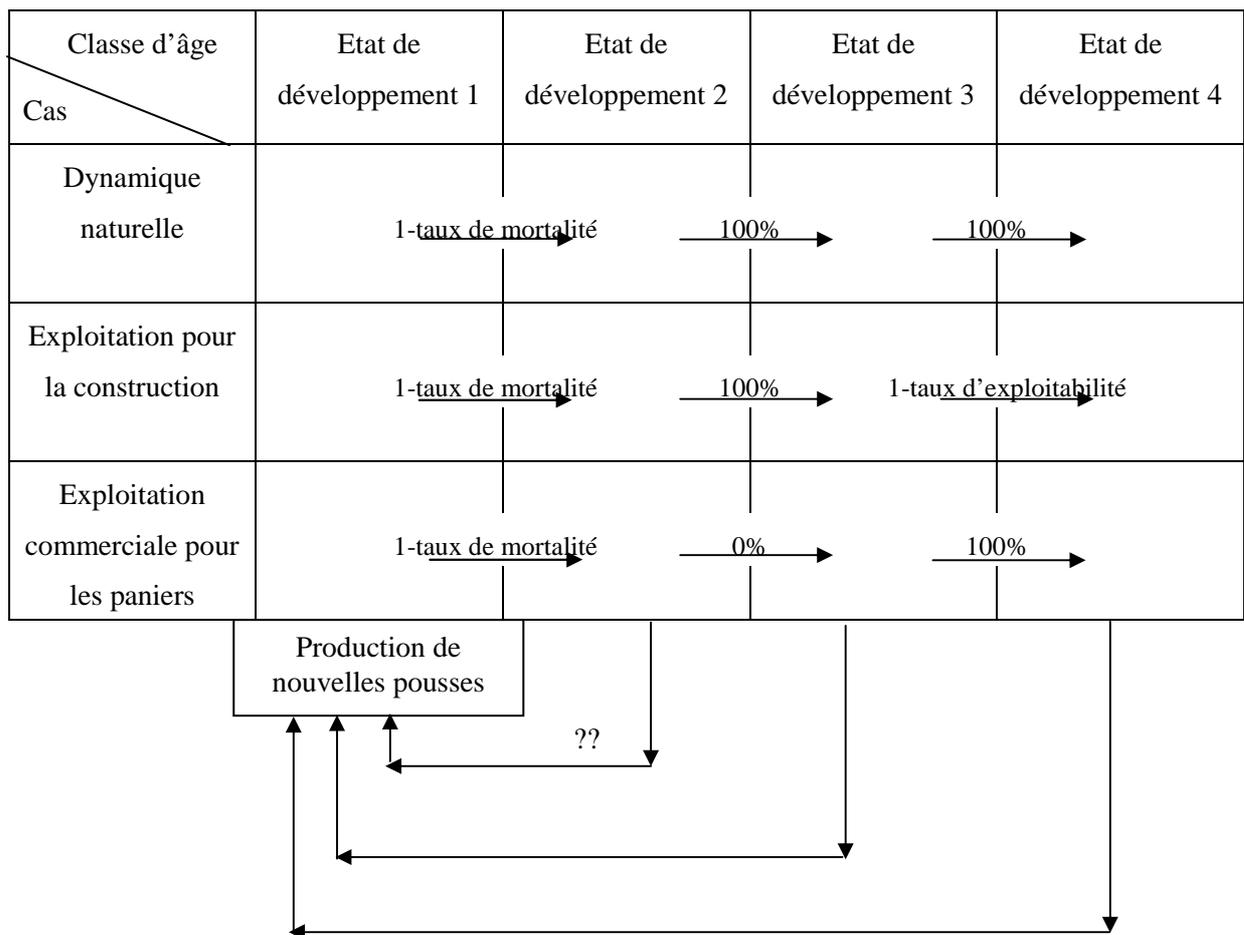


Figure 10 : Schéma de la dynamique de population

- **Cas des exploitations pour la construction**

D'après les enquêtes, les bambous de diamètre supérieur à 40 mm sont préférés (cf 5.2.3). Le résultat des observations des traces d'exploitation confirme cette affirmation parce que le diamètre moyen des bambous exploités est de $43,33 \pm 0,07$ mm (cf 5.3.5). Ainsi, cette exploitation très sélective ne touchera que la proportion des bambous exploitables qui est de 2,43% pour Amboara (cf 5.3.3) soit un maximum de 130 chaumes. C'est relativement minime par rapport à la régénération de plus de 600 pousses (cf 5.3.4). Pour Ambalavero, la population de bambou présente une forte potentialité constituée par 32% de la population totale. Pourtant la demande est très faible avec seulement deux maisons construites l'année dernière soit une exploitation de 160 chaumes environ (cf 5.2.3). Ce qui est insignifiant par rapport à la potentialité de la population.

Ainsi, l'exploitation pour la construction n'est pas vraiment à craindre pour la durabilité des bambous. La seule chose qui pourrait poser des problèmes est le mode d'exploitation très groupé (cf 5.3.5) surtout pour Ambalavero où l'exploitation d'une grande quantité sur une petite surface est possible. Ce mode d'exploitation peut entraîner la coupe de tous les bambous mères et handicaper la régénération qui peut donner alors des bambous de petite taille.

- **Cas des exploitations pour la fabrication de panier.**

L'exploitation pour la fabrication de panier diffère de l'exploitation pour la construction sur deux points : l'exploitation des bambous non mûrs (n'ont pas encore donnés des régénérations ?) et la coupe à blanc d'une grande quantité de bambou. Les rhizomes des bambous résistent généralement à la surexploitation, (au moins pour certaines espèces telles que *Valiha diffusa* qui colonise les jachères), mais la régénération a tendance à être de très petite taille. Tan (2000) affirmait que *Cathariostachys madagascariensis* ne résiste pas à la perturbation de la forêt mais l'impact de la surexploitation sur les autres espèces reste à investiguer. En effet, même en considérant une coupe à blanc de l'état de développement 2, il reste encore les états de développement 4 et 2. L'impact de l'absence de l'état de développement 3 (pendant l'année qui suit l'exploitation) ne peut être déterminé qu'en sachant la répartition de la production totale de nouvelles pousses entre les différents états de développement.

Ainsi, notons que ce schéma est très simplifié et que certains points méritent encore d'être détaillés:

- Les états de développements ne sont pas encore homogènes et regroupent des individus de différents âges. Ainsi, les probabilités de leur passage d'un état de développement à un autre ne sont pas les mêmes. A titre d'hypothèse, l'état de développement 2 peut regrouper des individus de 2 ans et de 3 ans. Ils ont donc différentes probabilités de passer à l'état de développement 3 puisque les individus de 2 ans vont rester dans l'état de développement 2 tandis que les individus de 3 ans passeront à l'état de développement 3. De même pour les individus dans l'état de développement 3 qui peuvent avoir 4 ou 5 ans. Un modèle de dynamique plus fiable considérera des classes d'âge homogène.

- Dans cette étude, seule la production totale de nouvelles pousses a pu être déterminée. Toutefois, pour pouvoir évaluer l'impact des exploitations conduisant à la diminution ou l'absence d'un état de développement (ou mieux, d'une classe d'âge), il faut connaître la répartition de cette production totale entre les différentes classes d'âge. L'état de développement 2 produit-il des jeunes pousses ? Qui produit plus entre l'état de développement 3 et 4 ? Ce sont autant de questions qu'il faut lever pour améliorer ce schéma de dynamique de population.

6.2. Discussion sur la méthodologie utilisée

6.2.1. Identification par les parties végétatives

L'identification des graminées dont les bambous s'effectue en générale avec les inflorescences. A cause de la floraison aléatoire des bambous, l'identification a été effectuée avec les parties végétatives mais la confection des spécimens n'a pas été très facile. Le déterrage des rhizomes ou le tirage des chaumes entremêler sur les arbres pour trouver la bonne branche était une nouvelle expérience qui a pris beaucoup de temps. A cause des variations morphologiques suite à l'adaptation au milieu, il est parfois très difficile de reconnaître les espèces. Sans l'aide du spécialiste par exemple, il m'aurait été impossible de faire le rapprochement entre « *ferana* » et *Hickelia madagascariensis*. Toutefois même pour les spécialistes, il est toujours souhaitable de faire l'identification avec des spécimens complets. Pour arriver à cette fin, des observations répétées sont nécessaires.

6.2.2. Inventaire des bambous : rigueur biométrique ou efficacité pratique

Dans cette étude, il a fallu essayer trois méthodes d'inventaire avant de se fixer. En effet, il est très difficile de concevoir une seule méthode compatible à différentes espèces à comportement tout à fait différent. L'échantillonnage adaptatif par groupe pourrait être très efficace avec les populations vraiment groupées comme celles d'*Arundinaria spp.* ou de *Hickelia* mais est pratiquement impossible pour *Nastus elongatus* ou d'autres espèces de bambou plus communes et éparpillées. Même pour une seule espèce, les conditions du milieu peuvent influencer la distribution. A Vohiparara où *Nastus elongatus* est très commune, l'échantillonnage aléatoire pourrait lui convenir, ce ne serait pas le cas dans d'autre endroit où elle est moins commune. Pour pouvoir comparer les résultats des inventaires dans des endroits différents, il faut qu'ils proviennent de la même méthodologie. Il n'était pas possible de couvrir toutes les espèces avec une méthodologie applicable dans les deux sites. Ainsi, l'inventaire a été limité à la plus importante espèce : *Arundinaria ambositrensis*. La recherche d'une méthode ou des méthodes d'inventaire pour toutes les espèces reste encore à faire.

6.2.3. Observation de la croissance : quels individus et combien ?

Le suivi de la croissance et l'évolution des placettes en même temps a rendu un peu difficile le traitement des données pour la croissance moyenne. Dans les autres études de croissance sur les bambous (voir par exemple Lee & Addis 2001, O'Connor et al. 2000), les observations ont été effectuées sur des individus limités qui ont poussé plus ou moins en même temps et il a été possible de

traiter les données en fonction de l'âge. Dans la région du corridor, les individus naissent presque tout au long de l'année et il est difficile de choisir les individus à observer. Il est également risqué de limiter le nombre d'individus suivis à 20 ou 30 individus à cause de l'attaque par les lémuriers. A titre d'exemple, pour Amboara, sur les 100 individus suivis, seul onze individus n'ont pas été attaqués par les lémuriers à la fin de l'étude et 27 individus ont périés.

6.3. Discussion sur les principaux résultats de cette étude

6.3.1. Deux espèces ajoutées à la liste des bambous du corridor

Avec l'aide de la population locale et d'un spécialiste en bambou pour faire l'identification des espèces, *Decaryochloa diadelpha* et *Arundinaria ibityensis* trouvées respectivement à Vohiparara et à Andrambovato (Ambalavero) sont ajoutées à la liste des bambous du corridor pour la porter ainsi à onze espèces. Auparavant, *Decaryochloa* a été cru limitée dans la région d'Andasibe - Moramanga (Dransfield 1997). *Arundinaria ibityensis* était connu uniquement dans la région du Vakinankaratra, Mont d'Ibity (Camus 1960).

La durée de l'étude et la participation de la population locale ont été décisives pour l'obtention de ce résultat. Le nombre d'espèces identifiées paraît être fonction du temps dépensé sur le terrain : Ratovohery (1993) en 3 mois et neuf localités a identifié neuf espèces ; Tan (2000) en une année mais focalisée à une localité en a identifié six espèces et Lin (1967) et Dransfield (1998) ont identifié chacun trois espèces en passant dans la zone.

6.3.2. Evolution réelle des populations de bambou

Lors des enquêtes, la population locale à Vohiparara s'est plainte de la disparition des populations de bambou facile d'accès et aux environs de Vohiparara. Razafindrabe (1997) a aussi affirmé qu'on ne peut plus trouver des bambous que très loin à l'intérieur du Parc. L'observation sur le terrain par la méthode MARP utilisant le transect en association avec l'interview semi structuré a permis d'apprécier l'évolution réelle des anciens lieux d'exploitation. Les populations de bambou, anciens lieux d'exploitation pour la construction, citées dans les interviews sont encore là mais les bambous sont de plus petite taille et ne sont pas utilisables pour la construction. La population locale à Vohiparara ne tient pas en compte ces populations de bambous non utilisables lors des interviews d'où le risque de biais si l'on se contente de les interviewer au village sans une descente sur le terrain.

Plusieurs facteurs sont responsables des caractéristiques d'une population de bambous dont les conditions du climat et le sol mais également l'âge de la population. Si c'était la sur exploitation pour la fabrication des paniers qui a entraîné la petite taille, peut-être que si on leur laisse le temps de se régénérer, ils pourront redevenir à nouveau exploitable pour la construction ?

6.3.3. Différences notables entre les populations de bambou à Ambalavero et à Vohiparara

- **Densité et taille des bambous**

Le climat et le sol sont souvent considérés comme des facteurs primaires qui déterminent la productivité des bambous. Bien qu'ils peuvent s'adapter dans différentes situations, la plupart des espèces requièrent un climat relativement humide et chaude ($T_m \sim 15-20^\circ\text{C}$ et précipitation au moins 1500 mm) (Scurlock 2000). A l'échelle de la distribution nationale ou régionale, ces critères peuvent avoir leur influence mais pas à l'échelle de la population. Vohiparara et Ambalavero ont, à peu près, le même climat. O'Connor et al. (2000) soutient qu'avec une température moyenne relativement constante et chaude, une forte humidité et une précipitation distribuée régulièrement, les bambous peuvent se développer indépendamment de la qualité de sol.

Dans nos populations d'intérêt, le diamètre moyen est inversement proportionnel à la densité : La population de Vohiparara à Amboara a une densité moyenne de 6 452 chaumes/ha pour 30,10 mm de diamètre contre 2 813 chaumes /ha et 39,57 mm pour celle d'Ambalavero à Andohabatomahamavo (cf 5.3.3). Le taux de croissance élevé des bambous est associé à une grande consommation d'eau et de nutriments (Embaye 2000) et une population trop dense conduit à la compétition. Au niveau de la population, le type de placette « 4 voisines » ayant une densité plus élevée a aussi un diamètre moyen moindre. Il y a une nuance quant au type « 1 voisine » qui est trop faiblement peuplé parce que les jeunes pousses ont besoins des plantes mères pour les nourrir jusqu'à ce qu'ils produisent des feuilles photosynthétiques (Christanty et al. 1996). Il peut s'agir également de facteurs liés à l'âge (les bambous à la périphérie étant plus jeunes) ou seulement de facteurs physiques différents ?

- **Structure de la population par classe d'âge**

Les deux populations de Vohiparara et d'Ambalavero présentent différentes distributions par classe d'âge. Pour Vohiparara où il y a un faible taux d'exploitation, les bambous ont pu accéder à la classe suivante (classe d'âge 4) et cette classe est bien représentée. La classe 4 représente seulement 4% de la population à Andohabatomahamavo où le taux d'exploitation est plus élevé. La classe 1 est aussi faiblement représentée parce que l'inventaire a été effectué avant la pousse même des bambous (16 au 20 décembre 2004).

6.4. Vérifications des hypothèses de recherche

- **Hypothèse 1 : Bambous de Madagascar uniques**

Les bambous de Madagascar se distinguent par quelques uns de ses caractéristiques mais ont également des caractéristiques assimilables aux autres bambous du tropique.

L'évolution en parallèle (Mittermeier et al. 2004) des espèces malgaches avec les autres espèces du grand continent après son isolement conduit parfois à des espèces phénotypiquement très similaires mais qui sont totalement différentes. L'identification des *Volotsangana* de Madagascar

comme étant des *Arundinaria* en est un exemple. Les *Volotsangana* ressemblent aux *Arundinaria* par leurs inflorescences déterminées mais ressemblent plutôt aux *Thamnocalamus* par leur rhizome sympodial (Chao & Renvoize 1989). Ils ont été renommés à deux reprises : dans Ohrnberger (1999) ils sont appelés *Yushania* et Chao et Renvoize (1989) les appellent plutôt *Sinarundinaria*. *Arundinaria ibityensis* connaît le même problème parce qu'avec son rhizome sympodial, il ne peut pas être *Arundinaria*, Chao & Renvoize l'a renvoyé à *Thamnocalamus tesselatus*. Toutefois, ces révisions ont été basées sur les mêmes vieux spécimens que Dransfield (1998, 2003) a qualifié d'incomplets. Pour une complète et valide révision, des collectes de spécimens additionnels et des observations sur le terrain (si possible) s'avèrent nécessaires. De plus, l'étude de la biologie des bambous en général à l'instar de leur mode de floraison nécessite patience et persévérance.

Les bambous de Madagascar sont également spéciaux de par leur rhizome sympodial à cou relativement long. La plupart des bambous des tropiques sont en bouquet et ont des rhizomes sympodial à cou très court (eg *Bambusa vulgaris* ou *Gigantochloa sp.* introduites à Madagascar) (Dransfield 2003). A Madagascar, certaines espèces comme *Cathariostachys madagascariensis* peuvent avoir des cous longs de plus de 2 – 3 m. Ceci pourrait être un problème en plus pour leur étude parce qu'il est par exemple très difficile de distinguer les membres d'un individu ou de déterminer l'âge du chaume ou d'observer les jeunes pousses qui sont alors très espacées.

Ainsi quelques aspects de la biologie des bambous de Madagascar sont vraiment spéciaux mais il y a également des aspects qui sont communs aux autres bambous parmi lesquels leur mode de croissance. Par exemple, la croissance moyenne de 15,06 cm / jour d'*Arundinaria ambositrensis* est comparable à celle des bambous dans les montagnes de Puerto Rico (genre *Bambusa*) qui est de 15,3 cm/ jour (O'Connor et al. 2000).

- **Hypothèse 2 : Importance socio-économique des bambous en baisse à cause de la réduction de la disponibilité de la ressource.**

Dans nos sites d'études, la disponibilité de la ressource n'a pas trop influencé son utilisation. Plusieurs facteurs déterminent l'exploitation d'une ressource dont l'accès, la présence d'alternative, l'accès au marché ou l'existence de loi qui régit la ressource. Dans les sites d'étude, la présence d'alternative et l'accès à la ressource sont beaucoup plus influant que la disponibilité de la ressource.

A Vohiparara, la population se plaint que les ressources sont actuellement beaucoup plus difficile d'accès. Toutefois, en absence d'alternative, ils continuent à utiliser les bambous et la proportion des toits en bambou a même passé de 50% des toits non métalliques dans les années 80 contre presque la totalité à ce jour (cf 5.2.2). C'est la qualité des matériaux utilisés qui souffrent de cette difficulté d'accès.

A Ambalavero, la ressource n'a pas changé de place ni de qualité mais la proportion de ceux qui utilisent le bambou diminue quand même avec l'entrée de l'alternative pour le mur en terre. Les bambous sont des matériaux de choix mais un peu coûteux pour la plupart des familles.

6.5. Recommandations

- **Alternative à court terme : mode d'exploitation ou de gestion ?**

D'après la discussion sur l'impact des exploitations sur les populations de bambou, l'utilisation pour la construction n'est pas préjudiciable à la durabilité des bambous. Il n'y a donc pas de raison valable pour bannir ce type d'exploitation, d'autant plus que la population locale à Vohiparara n'a pas d'alternative pour le substituer. Les problèmes, s'il y en a, viennent plutôt des exploitations à grande échelle pour la commercialisation.

Pour les sites d'étude, il s'agit plutôt de problème de gestion plutôt que d'exploitation. L'alternative d'une zone d'utilisation qu'ils devront surveiller peut intéresser la communauté de Vohiparara. En effet, il est possible que les populations de bambou autour des villages nécessitent seulement du temps pour recouvrer une taille suffisamment grande pour la construction. En effet, dans de tel cas où la surveillance n'entraîne pas de coût particulier mais que la majorité dépend et profitera de cette surveillance, la population sera probablement partante (Hockley et al. 2005)

- **Alternative à long terme : domestication**

Les bambous sont des ressources très utilisées et même la population d' Ambalavero y a renoncé à regret à cause de l'éloignement. La domestication de cette ressource et particulièrement *Arundinaria ambositrensis* est recommandé pour l'intérêt de toutes les parties : la population locale qui aura cette ressource là où elle veut l'avoir et les conservationnistes qui seront libérés de leur soucis de destruction de l'habitat de leurs lémuriens. Des recherches plus approfondies sur leur biologie sont nécessaires pour développer cette perspective. Etant donnée qu'il est assez difficile d'entamer une grande culture avec les rhizomes, l'observation de la floraison est particulièrement importante. Pour cela, il faut des observations répétées et sur de longue période de temps. L'implication de la communauté locale est ainsi souhaitable parce que c'est elle qui est présente. Comme l'adage malgache l'exprime si bien « *monina amoron'ala mahita ny mahitsy ho kapaina* » (ceux qui vivent près de la forêt connaissent où sont les bons arbres), il n'y pas meilleur connaisseur de son environnement que la population locale.

De plus, à Madagascar, une importante part des recherches sur la domestication et la conservation ex situ s'effectue dans les jardins de case par les petits exploitants. Un des freins au développement de cette perspective pour les bambous est qu'ils sont considérés comme envahissants (SNGDB 2001). Le changement de cette image est primordial pour dépasser ce problème.

7. CONCLUSION

A cause de la méconnaissance de la ressource, les stratégies de gestion de la biodiversité à Madagascar sont souvent limitées au protectionnisme. Pour les ressources utilisées par la population locale comme le bambou, cette stratégie devrait seulement être une option de dernier recours. Les objectifs de cette étude sont d'améliorer les connaissances sur les bambous à travers l'étude de leur biologie, l'évaluation des modes d'exploitation et la détermination de la potentialité de la zone d'étude. Deux hypothèses ont été testées : concernant la biologie, il a été supposé que les bambous de Madagascar ont des caractéristiques particulières ; pour l'exploitation des bambous, leur utilisation est en baisse à cause de la diminution de la ressource.

Pour mettre en évidence ces particularités des bambous de Madagascar, des spécimens de détermination ont été confectionnés pour leur identification botanique. Des placettes d'observation ont été mises en place pour observer la reproduction de *Arundinaria ambositrensis*, l'espèce utilisée pour la construction.

A l'issue de ces investigations, *Decaryochloa diadelpha* et *Arundinaria ibityensis* sont ajoutés à la liste des bambous du corridor portée ainsi à 11 espèces. C'est un nouveau record pour la distribution de ces espèces jusqu'ici cru limitées respectivement dans la région d'Andasibe-Moramanga et dans le Vakinankaratra, au Mont Ibity. Le rhizome sympodial des *Arundinaria* de Madagascar a été mis en évidence, les excluant définitivement de ce genre et suscitant leur révision. Sur cet aspect, la première hypothèse est confirmée parce que *Arundinaria* a généralement des rhizomes monopodial. Cependant, sur d'autres aspects comme la croissance, cette même hypothèse est infirmée car la croissance de 15,06 cm/ jour de *Arundinaria ambositrensis* est comparable à celle 15,3 cm/ jour de *Bambusa sp.* au Puerto Rico (O'Connor et al. 2000). En somme, cette première hypothèse est partiellement confirmée.

Quant à la deuxième hypothèse concernant l'utilisation et le mode d'exploitation des bambous, des enquêtes ont été utilisées pour la vérifier. En plus, la potentialité de la zone d'étude a été inventoriée avec l'aide des connaisseurs locaux.

Ces enquêtes ont permis de savoir que *Arundinaria ambositrensis*, utilisée pour la construction de toiture pour Vohiparara et le mur pour Ambalavero, constitue l'espèce la plus utilisée par les communautés locales. Les autres espèces telles que *Decaryochloa diadelpha*, *Decaryochloa sp.* et *Nastus elongatus* sont utilisées pour la fabrication des paniers. Cette dernière n'est pas pratiquée dans les villages d'étude. La deuxième hypothèse est infirmée car la baisse ou l'augmentation de l'utilisation des bambous n'est pas conditionnée par la disponibilité de la ressource mais plutôt par l'existence d'alternative. A Ambalavero, leur utilisation est en baisse mais pas à cause de la ressource qui est abondante mais plutôt avec l'entrée du mur en terre comme alternative. Pour Vohiparara, la proportion de ceux qui utilisent le bambou a augmenté malgré leur plainte sur la difficulté de l'accès à la ressource.

Par rapport à la perspective de la gestion durable des bambous, l'utilisation pour la construction ne peut pas endommager la population parce qu'elle est relativement limitée. Elle s'effectue sur une faible proportion qui remplit les critères d'exploitabilités qui sont la maturité des chaumes, un diamètre > 40 mm et une hauteur utilisable > 4 m. Pour Vohiparara, un nombre maximum de six construction/an soit environ 180-360 chaumes est insignifiant devant les douze populations exploitables qui donnent des régénérations à une intensité de 608 pousses/ha. A Ambalavero, l'exploitation est encore plus faible, un prélèvement de 160 chaumes (pour deux constructions) est plus qu'acceptable pour une population de plus d'un hectare et un taux d'exploitabilité de 32%.

Toutefois, il y a des problèmes liés à la gestion de cette ressource : les exploitants extérieurs et surtout ceux qui travaillent pour la fabrication de paniers, ne se soucient pas de taille ni de régénération des bambous et coupe une grande quantité qui peut handicaper la régénération. A Ambalavero, la population de bambou est trop loin du village pour qu'ils puissent en assurer le contrôle. Pour Vohiparara, la population locale se soucie des bambous aux environs du village mais n'a pas vraiment le droit de faire quoi que ce soit parce qu'ils n'en sont pas propriétaires.

La définition d'une zone d'utilisation pour Vohiparara a été proposée comme alternative à court terme pour résoudre ce problème. Cependant, la domestication des espèces de bambou les plus utilisées pourrait-elle satisfaire les besoins locaux et le souhait des conservationnistes à restaurer le corridor?

BIBLIOGRAPHIE

- Acharya, B., Bhattarai, G., de Gier, A. & Stein, A. 2000 Systematic adaptive cluster sampling for assessment of rare tree species in Nepal. *Forest Ecology and Management* **137**, pp. 65-73.
- Alliance Eco régional 2005 Résultats préliminaires de l'atelier scientifique de planification : le grand corridor forestier de la province de Fianarantsoa. Fianarantsoa Madagascar, 17 au 20 janvier 2005.
- ANGAP. 2002 Situation des activités du Parc National Ranomafana. Prospectus.
- ANGAP. 2001 Plan de Gestion du Réseau National d'Aires Protégées. Association Nationale des Aires Protégées (ANGAP) Antananarivo.
- Balmford, A. & Whitten, T. 2003 Who should pay for tropical conservation, and how could the cost be met? *Oryx* **37**, pp. 238-250.
- Banana, A. Y. & Tweheyo, M. 2001 The ecological changes of *Echuya* afro-montane bamboo forest, Uganda. *African Journal Ecology* **39**, pp. 366-373.
- Bennet, E. L. & Robinson, J. G. 2000 Hunting for sustainability : the start of a synthesis. In *Hunting for sustainability* (ed. J. G. Robinson & E. L. Bennet) pp. 499-519. New York, USA : Columbia University Press.
- Brown, N., Jennings, S., Wheeler, P. & Nabe-Nielsen, J. 2000 An improved method for the rapid assessment of forest understorey light environments. *Journal of Applied Ecology* **37**, pp 1044-1053.
- Bystriakova, N., Kapos, V. & Lysenko, I. 2004 Bamboo biodiversity. UNEP-WCMC/INBAR. 88p.
- CAF/APN (Cadre d'Appui Forestier/Agent de Protection de la Nature) 2002 *Plan d'aménagement forêt villageoise d'Ambalavero, domaine forestier de Tolongoïna Sud I*. pp19.
- Camus, A. 1924a Genres nouveaux de Bambusées malgaches. *Comptes rendus Académies des Sciences* **179**, pp. 478-480.
- Camus, A. 1924b *Hickelia* et *Pseudocoix*, genres nouveaux de Bambusées malgaches. *Bulletin de la Société Botanique de France* **24**, pp. 899-906.
- Camus, A. 1924c Espèces nouvelles d'*Arundinaria* Malgaches. *Bulletin de la Société Botanique de France* **71**, pp. 780-82.
- Camus, A. 1925a Le genre *Nastus* Juss. *Bulletin de la Société Botanique de France* **72**, pp. 22-27.
- Camus, A. 1925b Le genre *Cephalostachyum* à Madagascar. *Bulletin de la Société Botanique de France* **72**, pp. 84-88.
- Camus, A. 1926 Le genre *Arundinaria* à Madagascar. *Bulletin de la Société Botanique de France* **73**, pp. 624-626.

-
- Camus, A. 1931 Graminées nouvelles de Madagascar. *Bulletin de la Société Botanique de France* **78**, pp. 8-9.
 - Camus, A. 1937 *Nastus humbertianus* A. Camus, bambou nouveau de Madagascar. *Bulletin de la Société Botanique de France* **84**, p.286.
 - Camus, A. 1946 *Decaryochloa*, genre nouveau de Graminées malgaches. *Bulletin de la Société Botanique de France* **83**, pp.242-245.
 - Camus, A. 1947 Graminées nouvelles de Madagascar. *Bulletin de la Société Botanique de France* **94**, pp. 39-42.
 - Camus, A. 1951 *Andropogon* et *Nastus* nouveaux de Madagascar. *Notulae Systematicae, Paris* **14**, pp. 213-215.
 - Camus, A. 1957a *Schizostachyum*, *Cyrtococcum* et *Sacciolepis* (Graminées) nouveaux de Madagascar. *Bulletin de la Société Botanique de France* **104**, pp. 281-282.
 - Camus, A. 1957b Contribution à l'étude des Graminées de Madagascar. *Bulletin du Museum d' Histoire Naturelle. Serie 2* **29**, pp. 274-281
 - Camus, A. 1960 Sur quelques Graminées Malgaches *Bulletin de la Société Botanique de France* **107**, pp. 209-211.
 - Chao, Chi-Son, C. & Renvoize, S. A. 1989 A revision of species described under *Arundinaria* (Gramineae) in Southeast Asia and Africa. *Kew bulletin* **42**, pp 349-367.
 - CDB/UNEP. 2004 Convention on Biological Diversity. Convention on Biological Diversity (CDB) and United Nations Environment Programme (UNEP) <www.biodiv.org>
 - Chambers, R. 1981 Rapid Rural Appraisal: rationale and repertoire. *Public Administration and Development* **1**, pp 95-106
 - Chandrashekara, U. M. 1996 Ecology of *Bambusa arundinacea* (Retz.) Willd. Growing in teak plantations of Kerala, India. *Forest Ecology and Management* **87**, pp 149-162.
 - Christanty, L., Mailly, D. & Kimmins 1996 Without bamboo, the land dies: biomass, litterfall, and soil organic matter dynamics of a Javanese bamboo talun-kebun system. *Forest ecology and Management* **87**, pp 75-88.
 - Cochran, W. 1977. Sampling techniques. 3rd ed. New York, Chichester Brisbane. 428p.
 - Comité Multilocale de Planification 2004 Plan de gestion du corridor Ranomafana – Andringitra – Pic d'Ivohibe. Fianarantsoa Août 2004.
 - Document Stratégique pour la Réduction de la Pauvreté (DSRP) 2003. Draft version Mars 2003.

-
- Dransfield, S. 2003 Poaceae, Bambuseae, Bamboos. *In* The Natural History of Madagascar (ed. S. M. Goodman & J. P. Benstead). Chicago, USA: Chicago University Press.
 - Dransfield, S. 2002 *Sirochloa*, a new bamboo genus from Madagascar (*Poaceae-Bambusoideae*). *Kew Bulletin* **57**, pp. 963-970.
 - Dransfield, S. 1998 *Valiha* and *Cathariostachys*, two new bamboo genera (*Gramineae-Bambusoideae*) from Madagascar. *Kew Bulletin* **53**, pp 373-397.
 - Dransfield, S. 1997 Notes on the genus *Decaryochloa* (*Gramineae-Bambusoideae*) from Madagascar. *Kew Bulletin* **52**, pp. 593-599.
 - Dransfield, S. 1994 The genus *Hickelia* (*Gramineae-Bambusoideae*). *Kew Bulletin* **49**, pp. 429-443.
 - Ehrlich, P. R. & Daily, G. C. 1993 Science and management of natural resources. *Ecological Applications* **3**, pp 558-560.
 - Embaye, K. 2000 The indigenous bamboo forests of Ethiopia: an overview. *Ambio* **29**, pp 518-521.
 - FAO 1999 Vers une définition harmonisée des produits forestiers non ligneux. *Unasylva* **50**, pp 63-64
 - FAO 2003 State of the world's forests 2003. Food and Agriculture Organisation (FAO) Rome. <www.fao.org>
 - Feeny, D., Berkes, F., McCay, B.J., & Acheson, J.M. 1990 The tragedy of the commons: Twenty-two years later. *Human Ecology*, **18**, pp 1-19.
 - Ferraro, P. J. 2002 The local cost of establishing protected area in low-income nations: Ranomafana National Park, Madagascar. *Ecological Economics* **43**, pp 251-275.
 - Ferraro, P. J. 2001 Global Habitat Protection: Limitations of Development Interventions and a Role for Conservation Performance Payments. *Conservation Biology* **15**, pp 990-1000.
 - Freckleton, R. P., Matos, D. M. S., Bovi, M. L. A. & Watkinson, A. R. 2003 Predicting the impacts of harvesting using structured population models: the importance of density-dependence and timing of harvest for a tropical palm tree. *Journal of Applied Ecology* **40**, pp. 846-858.
 - Godoy, R., Lubowski, R. & Markandya, A. 1993 A method for the economic valuation of non timber forest products. *Economic Botany* **47**, pp. 220-233
 - Groupe Vision Durban, MINENVEF. 2005 Présentation sur la Vision Durban: Etats d'avancement et planification. *In* Acte de l'atelier scientifique de planification : Corridor forestier Ranomafana-Andringitra-Ivohibe (ed MIARO), Fianarantsoa.
 - Hockley, N. J., Jones, J. P. G., Rakoto, F. E., & Andriahajaina, F. 2002 *Fortunes Forestières? Une étude sur la dépendance aux produits forestiers dans le village de Vohiparara, à la périphérie du Parc National de Ranomafana, Madagascar*. Fianarantsoa, Madagascar: Vokatry ny Ala. pp 30.

-
- Hockley, N. J., Jones, J. P. G., Andriahajaina, F., Manica, A., Rakoto, F. E., Ranambintsoa, E. H. & Randriamboahary, J. A. 2005 When should communities and conservationists monitor exploited resources? *Biodiversity and Conservation*
 - Inamdar, A., de Jode, H., Linsday, K. & Cobb, S. 1999 Capitalizing on nature: protected area management. *Science* **283**, pp 1856-1857.
 - IUCN/UNEP/WWF. 1991 Caring for the Earth: A Strategy for Sustainable Living. Gland, Switzerland: The World Conservation Union (IUCN) and United Nations Environment Programme (UNEP) and World wide Fund for Nature (WWF).
 - Jones, J. P. G. 2004 The sustainability of crayfish harvesting in Ranomafana National Park, Madagascar. Cambridge University, UK: Ph.D, St John's College.
 - Judziewicz, E. J., Clarck, L. G., Londono, X. & Stern, M. J. 1999 American bamboos. The Smithsonian Institution Press, Washington D.C. USA
 - Kremen, C., Raymond, I. D. & Lances, K. 1998 An interdisciplinary tool for monitoring conservation impacts in Madagascar. *Conservation biology* **12**, pp 549-563
 - Lee, A. W. C. & Addis, S. C. 2001 Growth characteristics of moso bamboo in South Carolina. *Forest Products Journal* **51**, pp 88-89.
 - Liese, W. 1985 Bamboos: Biology, silvics, Properties, Utilisation. Schriftenreihe der GTZ 180, Eschborn.
 - Lin, W. 1967 The species and distribution of bamboos in the Republic of Malagasy (Madagascar), East Africa. Taipei, Taiwan: China. Taiwan Forestry Institute.
 - Ludwig, D. 1993 Environmental sustainability: magic, science and religion in resource management. *Ecological Applications* **3**, pp 555-558.
 - Meyer, J. L. & Helfman, G. S. 1993 The ecological basis of sustainability. *Ecological Applications* **3**, pp 569-571.
 - Mittermeier, R.A., Robles Gil, P., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C.G., Lamoreux, J., & da Fonseca, G.A.B., eds. 2004 *Hotspots Revisited*, pp 391. CEMEX.
 - Nussbaum, R. A., Raxworthy, C. J., Pronk, O. 1998 The ghost Geckos of Madagascar: A further revision of the Malagasy Leaf-toed Geckos (Reptilia, Squamata, Gekkonidae). *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan* **186**.
 - O'Connor, P. J., Covich, A. P., Scatena, F. N. & Loope, L. L. 2000 Non-indigenous bamboo along headwater streams of Luquillo Mountains, Puerto Rico: leaf fall, aquatic leaf decay and patterns of invasion. *Journal of Tropical Ecology* **16**, pp 499-516.
 - Ohnberger 1999 The bamboo of the world. Elsevier, Amsterdam, Nedtherlands.

-
- Olmsted, I. & Alvarez-Buylla, E. R. 1995 Sustainable harvesting of tropical trees: demography and matrix models of two palm species in Mexico. *Ecological Applications* **5**, pp 484-500.
 - Pfund, J.-L. 2000 *Culture sur brûlis et gestion des ressources naturelles. Evolution et perspectives de trois terroirs ruraux du versant Est de Madagascar*. Doctorat es sciences naturelles, Ecole polytechnique fédérale de Zurich, Zurich.
 - Policansky, D. 1993 Uncertainty, knowledge and resource management. *Ecological Applications* **3**, pp 583-584.
 - Prasad, N. S. 1985 Impact of grazing, fire and extraction on the bamboo (*Dendrocalamus strictus* and *Bambusa arundinacea*) population of Karnataka. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **14**, pp 1-14.
 - Ratovohery, E. 1993 L'utilisation des *Bambuseae* dans la région du Parc National Ranomafana. Université d'Antananarivo, Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale Supérieure.
 - Razafindrabe, B. H. 1997 Etude des filières miel, pandanus, bambou et écrevisses dans les périphéries du Parc National Ranomafana dans une perspective de mise en place d'une gestion communautaire. Université d'Antananarivo, Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts.
 - Razafimamonjy, D. 1988 Etude d'un écosystème forestier de Ranomafana. Ifanadiana. *In L'équilibre des écosystèmes forestiers a Madagascar – Actes d'un séminaire international*, pp 315-319.
 - Robinson, J. G. & Redford, K. H. 1994 Measuring the sustainability of hunting in tropical forests. *Oryx* **28**, pp 249-256.
 - Salwasser, H. 1993 Sustainability needs more than better science. *Ecological Applications* **3**, pp 587-589.
 - Scurlock, J. M. O., Dayton, D. C. & Hames, B. 2000 *Bamboo: an overlooked biomass*. *Biomass and Bioenergy* **19**, pp 229-244.
 - Serpentié, G. Toillier, A. & Rakotondramanana, M. 2005. *Pluies et humidité, reliefs, forêts dans la région de Fianarantsoa. Quelques données à l'encontre des idées reçues*. Présentation à : Quinzaine scientifique à Madagascar: L'eau, patrimoine universel, rano harena iombonana. Fianarantsoa, Madagascar, 9-21 mai 2005.
 - Singh, A. N. & Singh, J. S. 1999 Biomass, net primary production and impact of bamboo plantation on soil redevelopment in dry tropical region. *Forest Ecology and Management* **119**, pp 195-207.
 - Stratégie Nationale de Gestion Durable de la Biodiversité (SNGDB) 2001.
 - Tan, C. L. 2000 Behavior and ecology of three sympatric bamboo lemur species (genus *Haplemur*) in Ranomafana National Parc, Madagascar. UMI dissertation services, Ph D. thesis in Anthropology, State University of New York at Stony Brook.

- Taylor & Qin 1993 Ageing bamboo culms to assess bamboo population dynamics in panda habitat. *Environmental Conservation* **20**, pp 76-79.
- Toledo, W. M., Ortiz-Espejel, B., Cortés, L., muguel, P. & de Jesús Ordonez, M. 2003 The multiple use of tropical forests by indigenous people in Mexico: a case of adaptive management. *Conservation ecology* **7(3):9** <<http://www.consecol.org/vol7/iss3/art9>>
- Wong, J. L. G. 2000 The biometrics of non-timber forest product resource assessment. A review of current methodology.
- Wong, J. L. G., Thornber, K. & Baker, N. 2001 Evaluation des ressources en produits forestiers non ligneux: expériences et principes de biométrie. *Produits Forestiers Non Ligneux* **13**. FAO, Rome.

ANNEXE: Collecting Bamboos Specimens for Identification

(Abbreviated from McClure by Soejatmi Dransfield)

1. Never mix material from two distinct plants under the same number, although they probably represent the same bamboo species.
2. Make complete specimens for permanent preservation. To identify a bamboo with confidence, one should have as complete a representation as possible, by specimens, photographs, and field notes. The specimens should consist of culm sheaths (culm leaves), leafy branches, branch complement, culm nodes, flowering branches (if any), and young shoots.
3. How to collect material: each part collected should be numbered according to the collector's number.

Culm sheaths (culm leaves). Collect culm sheaths in good condition and complete with blades and auricles (if present), preferably from nodes above the fifth node of a mature culm. Press flat; if too large for the press, cut or fold. If you cannot spread a sheath without breaking it, let it roll up and do not press it. Tie paper over tips of unpressed sheaths to protect fragile parts. Persistent sheath may be left attached to a section of culm of appropriate length, dried, and sent in thus. The more complete the series is, the more reliable the identification.

Leafy branches: Collect twigs or branches with leaf blades of all sizes and ages. Press promptly, before the leaf blades curl.

Branch complement: Collect at least one typical example of a branch complement from the middle of mature culm. Cut off branches about 2 inches (5 cm) from their base. Include a segment of culm embracing the selected branch complement. If, possible, collect a series of branch complement, from buds to developed branches.

Culm nodes and internodes: Collect a segment of mature culms embracing nodes four and five above ground and the internode between. Cut branches to 6 inches (15 cm) long. Segment may be split.

Rhizome: Obtain at least one complete example of rhizome to show typical branching habit. Wash and trim roots, take a photograph or a sketch of the rhizome instead of preserving.

Flowering branches: Collect as much as possible to show range of variation in habit, leafiness, stage of development, etc. Press and dry them promptly.

Seedlings: Look for seedlings under the clump; if any, press and dry straightaway

FIELD NOTES: Make notes of habit of the clump; maximum height and diameter of culm; length of internodes; thickness of culm; location; habitat; local names; local uses; date of collection; name and field number of collector; and if possible, a picture of the plant.